

Historic, Archive Document

Do not assume content reflects current scientific knowledge, policies, or practices.

LIBRARY
OF THE
UNITED STATES
DEPARTMENT OF AGRICULTURE

Class 474

Book N213

8-1577

v. 5, 1917



65

357

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte
der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben

von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang 1917



BERLIN
Verlag von Julius Springer
1917

Originalaufsätze und Berichte.

Allgemeines.

- Becher, Erich, Hermann Lotze und seine Psychologie. S. 325.
 Doflein, F., Über die sogenannten „denkenden Tiere“. S. 145.
 — Erwiderung auf Dr. Grubers Kritik [Zuschr.]. S. 685.
 Frank, Philipp, Die Bedeutung der physikalischen Erkenntnistheorie Machs für das Geistesleben der Gegenwart. S. 65.
 Gruber, K., Noch einmal die „denkenden Tiere“ [Zuschr.]. S. 684.
 Koffka, K., Probleme der experimentellen Psychologie. S. 1, 23.
 Kronenberg, M., Philosophische Begriffs- und Wortbildung. S. 525.
 — Naturwissenschaft und Geschichte. S. 761.
 Müller, Aloys, Die Fiktion in der Mathematik und der Physik. S. 341, 362.
 Rohr, M. von, Die Entwicklung des Monokels. S. 5.
 Schlick, Moritz, Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik. Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie. S. 161, 177.
 Weizsäcker, V., Empirie und Philosophie. S. 669.
 Zschimmer, E., Technische Naturforschung. S. 629.

Biologisches.

Allgemeine Biologie.

- Abelin, J., Über proteinogene Amine. S. 186.
 Heinze, B., Die Fettbildung durch niedere pflanzliche Organismen und ihre gewerbliche Verwertung. S. 153.
 Henning, Hans, Die Komponentengliederung des Geruchs und seine chemische Grundlage. S. 296.
 Hess, C. v., Über die Bedeutung bunter Farben bei Pflanzen und Tieren. S. 398.
 Johannsen, W., Die Vererbungslehre bei Aristoteles und Hippokrates im Lichte heutiger Forschung. S. 389.
 Karsten, G., Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode. S. 104.
 Kylin, Harald, Generationswechsel und Kernphasenwechsel. S. 84.
 Lieske, Rudolf, Die Serologie als Hilfsmittel zur Erkennung von Mikroorganismen. S. 133.
 Loewi, Otto, Über die Entstehung von funktionellen Anpassungen im individuellen Dasein. S. 501.
 May, Walther, Lucrez und Darwin. S. 276.
 Rudin, Eduard, Schweizerische Naturforschende Gesellschaft. 99. Jahresversammlung in Zürich, 9.—12. September 1917. S. 740.

Botanik.

- ✓Correns, C., Hermann von Vöchting. Zu seinem 70. Geburtstag. S. 81.
 ✓Heinricher, E., Zur Physiologie der schmarotzenden Rhinantheen, besonders der halbparasitischen. S. 113.
 ✓Heinze, B., Die Fettbildung durch niedere pflanzliche Organismen und ihre gewerbliche Verwertung. S. 153.
 ✓Herr, O., VIII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin. S. 33.
 Klebahn, H., Über Spezialisierung und spezialisierte Formen im Bereich der Pilze. S. 543.
 Küster, Ernst, Ursachen und Symptome der Unterernährung bei den Pflanzen. S. 665.
 ✓Neger, F. W., Der Blutungssaft der Bäume und seine Ausnutzung als Zuckerquelle. S. 119.
 ✓Schmid, Ed., Über die Fortpflanzungsverhältnisse tropischer Parasiten und Saprophyten. S. 605, 634.
 Sierp, Hermann, Die Orientierung der Blätter zum Licht bei Pflanzen mit gekreuzter Blattstellung. S. 129.
 ✓Stange, B., Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne [Zuschr.]. S. 226.
 — Kulturverfahren zur Vermehrung der Getreideerzeugung [Zuschr.]. S. 497.
 ✓Stark, Peter, Die Flora der Eiszeit und ihre Spuren in der Gegenwart. S. 199, 220.

- Stoppel, Rose, Die Beziehungen der Schlafbewegungen von Laub- und Blumenblättern zu autonomen Lebenserscheinungen. S. 167.
 Vries, Hugo de, Keimungsversuche mit Nachtkerzensamen. S. 725.
 Weber, Friedl, Die Messung der Plasmaviskosität lebender Pflanzenzellen. S. 56.
 Went, F. A. F. C., Periodische Erscheinungen beim Blühen tropischer Gewächse. S. 72.

Zoologie.

- Arlt, Th., Zur Stammesgeschichte der Halbaffen und Menschenaffen. S. 39.
 — Die Pliozänfauna Ostafrikas. S. 380.
 Herr, O., VIII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin. S. 33.
 Lucanus, Friedrich von, Die Höhe des Vogelzuges. S. 477.
 May, Walther, Ein neuer Beitrag zur Geschichte der Biogeographie. S. 36.
 — Karl Vogt zu seinem 100. Geburtstag. S. 449.
 Pax, F., Der Kulturzustand Polens in seiner Bedeutung für die Tierwelt. S. 581.

Medizin.

- Asher, Leon, Die Innervation der Niere. S. 465.
 — Die Funktion der Milz. S. 653.
 Baudisch, Oskar, Innere Komplexsalze in ihrer Beziehung zur physiologischen Chemie. S. 289.
 Caspari, W., Nathan Zuntz zu seinem 70. Geburtstage. S. 617.
 Gregor, Adalbert, Prinzipien der Behandlung der Schlaflosigkeit. S. 274.
 Hess, Rudolf, und Richard Seyderhelm, Über die Wirkung äußerer Reize auf das Blutbild des Säuglings. S. 519.
 Klinger, Die Seuchen im gegenwärtigen Kriege. S. 249.
 Klinger, R., Über die Gerinnung des Blutes und ihre chemischen Grundlagen. S. 193.
 Kutteneuler, H., Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle im Kriege. S. 469.
 Lieske, Rudolf, Die Serologie als Hilfsmittel zur Erkennung von Mikroorganismen. S. 133.
 Loewi, Otto, Über die Entstehung von funktionellen Anpassungen im individuellen Dasein. S. 501.
 Rosenhaupt, Heinrich, Die Weilsche Krankheit als Kriegsseuche. S. 435.
 Schiefferdecker, P., Über die Entwicklung des menschlichen Herzens während der Kindheit bis zum erwachsenen Zustande und über individuelle und Rassenunterschiede. S. 309.

Nichtbiologisches.

Astronomie.

- Hoffmeister, C., Über die kosmische Stellung der Meteore. S. 620.

Geographie und Meteorologie.

- Birk, O., Die Einsteinsche Gravitationstheorie und die Sonnenfinsternis im Mai 1919. S. 689.
 Brandt, B., Die Rasputiza. S. 347.
 — Die Pipet- oder Rokitosümpfe, ihre Natur und ihr Kulturzustand. S. 677.
 Eckardt, W. R., Über die permokarbone Eiszeit und ihre Sonderstellung im geologischen Klimaproblem. S. 482.
 Everling, E., Das Luftfahrzeug als aerologisches Forschungsmittel. S. 232.
 Galle, A., Die Jahrhundertfeier des Bestehens der Coast and Geodetic Survey der Vereinigten Staaten von Nordamerika 1916. S. 123.
 May, Walther, Ein neuer Beitrag zur Geschichte der Biogeographie. S. 36.
 Pax, F., Der Kulturzustand Polens in seiner Bedeutung für die Tierwelt. S. 581.
 Schmidt, Wilhelm, Zum Einfluß großer Städte auf das Klima. S. 494.
 Schulz, Bruno, Die Auftriebserscheinungen an der Westküste Nordamerikas. S. 713.
 Schweydar, W., Friedrich Robert Helmert. S. 646.
 Seeliger, R., Die Struktur des Windes. S. 749.

Geologie und Mineralogie.

- Arlt, Th., Die Pliozänfauna Ostafrikas. S. 380.
 Eckardt, W. R., Über die permokarbone Eiszeit und ihre Sonderstellung im geologischen Klimaproblem. S. 482.

- Frech, F., Richard Lachmann †. S. 257.
 — Die deutschen Kalisalzlagerstätten und ihre Entstehung. S. 229, 253.
 — Die Lothringer Eisenerze und ihre Bedeutung im Krieg und Frieden. S. 553, 569.
 Galle, A., Die Jahrhundertfeier des Bestehens der Coast and Geodetic Survey der Vereinigten Staaten von Nordamerika 1916. S. 123.
 Herr, O., VIII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin. S. 33.
 Lawson, Robert W., Über absolute Zeitmessung in der Geologie auf Grund der radioaktiven Erscheinungen. S. 429, 452. — Nachtrag. S. 610.
 Nacken, R., Über die hydrothermale Entstehung der Achatmandeln im Gestein. S. 269, 292.
 Rinne, F., Zur Leptonenkunde als Feinbaulehre der Stoffe. S. 49.
 Rodt, V., Über die Ursache der Bildung von Schwefelkieslagern. S. 102.
 Schweydar, W., Über die Elastizität der Erde. S. 593.
 Stark, Peter, Die Flora der Eiszeit und ihre Spuren in der Gegenwart. S. 199, 220.
 Stremme, H., Das Lateritproblem. S. 213.
 Wedekind, R., Über geologische Zeitmessungen [Zuschr.]. S. 305.

Physik.

- Birck, O., Die Einsteinsche Gravitationstheorie und die Sonnenfinsternis im Mai 1919. S. 689.
 Einstein, A., Marian v. Smoluchowski. S. 737.
 Everling, R., Das Luftfahrzeug als aerologisches Forschungsmittel. S. 232.
 Frank, Philipp, Die Bedeutung der physikalischen Erkenntnistheorie Machs für das Geistesleben der Gegenwart. S. 65.
 Halbfäß, W., Die Anomalie der Wasseroberfläche [Zuschr.]. S. 496.
 König, Walter, Der Streit um das Elektron. S. 373.
 — Berichtigung zu dem Aufsatz: Der Streit um das Elektron [Zuschr.]. S. 497.
 Kutter, Viktor, Kritik an der üblichen elementaren Anwendung des Parallelogrammgesetzes auf die Bewegungsvorgänge am Segel. S. 506.
 Müller, Aloys, Die Fiktion in der Mathematik und der Physik. S. 341, 362.
 Pockels, Agnes, Die Anomalie der Wasseroberfläche. S. 137, 149.
 Rinne, F., Zur Leptonenkunde als Feinbaulehre der Stoffe. S. 49.
 Rudin, Eduard, Schweizerische Naturforschende Gesellschaft. 99. Jahresversammlung in Zürich, 9.—12. September 1917. S. 740.
 Scheel, Karl, Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1916. S. 681, 704.
 Schlick, Moritz, Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik. Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie. S. 161, 177.
 Schrödinger, Erwin, Die Ergebnisse der neueren Forschung über Atom- und Molekulärwärmen. S. 537, 561.
 Schweydar, W., Über die Elastizität der Erde. S. 593.
 — Friedrich Robert Helmert. S. 646.
 Seeliger, R., Die Struktur des Windes. S. 749.
 Siegbahn, Manne, Emissions- und Absorptionsspektren der Röntgenstrahlen. S. 513, 529.
 Smoluchowski, M. von †, Karl Olszewski — ein Gelehrtenleben. S. 738.
 Warburg, E., Über die Anwendung der Quantenhypothese auf die Photochemie. S. 489.
 Weber, Friedl, Die Messung der Plasmaviskosität lebender Pflanzenzellen. S. 56.
 Zeeman, P., Johannes Diederich van der Waals zu seinem 80. Geburtstage. S. 701.

Chemie und physikalische Chemie.

- Abelin, J., Über proteinogene Amine. S. 186.
 Baudisch, Oskar, Innere Komplexsalze in ihrer Beziehung zur physiologischen Chemie. S. 289.
 Coehn, Alfred, Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie vom 20.—22. Dezember in Berlin. S. 298.
 Heinze, B., Die Fettbildung durch niedere pflanzliche Organismen und ihre gewerbliche Verwertung. S. 153.
 Henning, Hans, Die Komponentengliederung des Geruchs und seine chemische Grundlage. S. 296.
 Kauffmann, Hugo, Die neueren Forschungen der Valenzlehre. S. 17.
 Klinger, R., Über die Gerinnung des Blutes und ihre chemischen Grundlagen. S. 193.
 Koppel, J., Spezifische Reagentien der analytischen Chemie. S. 730.
 Kuttenekeuler, H., Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle im Kriege. S. 469.

- Lawson, Robert W., Über absolute Zeitmessung in der Geologie auf Grund der radioaktiven Erscheinungen. S. 429, 452.
 Mylius, F., Über die Herstellung reiner Metalle. S. 409.
 Nacken, R., Über die hydrothermale Entstehung der Achatmandeln im Gestein. S. 269, 292.
 Rinne, F., Zur Leptonenkunde als Feinbaulehre der Stoffe. S. 49.
 Rodt, V., Über die Ursache der Bildung von Schwefelkieslagern. S. 102.
 Schrödinger, Erwin, Die Ergebnisse der neueren Forschung über Atom- und Molekulärwärmen. S. 537, 561.
 Siegbahn, Manne, Emissions- und Absorptionsspektren der Röntgenstrahlen. S. 513, 529.
 Smoluchowski, M. von †, Karl Olszewski — ein Gelehrtenleben. S. 738.
 Warburg, E., Über die Anwendung der Quantenhypothese auf die Photochemie. S. 489.
 Zeeman, P., Johannes Diederich van der Waals zu seinem 80. Geburtstage. S. 701.

Physikalische Technik.

- Brodhun, Eugen, Die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft. S. 357.
 Hencky, K., Der gegenwärtige Stand unsrer Kenntnis vom Schutz gegen Schall und Erschütterungen. S. 97.
 Jakob, Max, C. Lindes Lebenswerk. S. 417.
 Siegel, G., Die öffentliche Elektrizitätsversorgung Deutschlands. S. 641.
 Zschimmer, E., Technische Naturforschung. S. 629.

Besprechungen.

Allgemeines.

- Aster, E. v., Einführung in die Psychologie (K. Koffka). S. 224.
 Becher, Erich, Die fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen und die Hypothese eines überindividuellen Seelischen (E. Küster und Otto Braun). S. 567.
 Helmholtz, H. v., Zwei Vorträge über Goethe (A. Einstein). S. 675.
 Thormeyer, Paul, Philosophisches Wörterbuch (M. Kronenberg). S. 61.
 Titius, Arthur, Naturwissenschaft und Ethik (M. Kronenberg). S. 59.

Biologisches.

Allgemeine Biologie.

- Aster, E. v., Einführung in die Psychologie (K. Koffka). S. 224.
 Fitting, Hans, Die Pflanze als lebender Organismus (E. G. Pringsheim). S. 568.
 Hertwig, Oskar, Das Werden der Organismen (F. W. Neger). S. 9.
 Korschelt, E., Lebensdauer, Altern und Tod (A. Pütter). S. 461.
 Marbe, K., Die Rechenkunst der Schimpansen Basso im Frankfurter Zoologischen Garten nebst Bemerkungen zur Tierpsychologie und einem offenen Brief an Herrn Krall (K. Koffka). S. 225.
 Naef, Adolf, Die individuelle Entwicklung organischer Formen als Urkunde ihrer Stammesgeschichte (J. Schaxel). S. 459.
 Stempel, W., und A. Koch, Elemente der Tierphysiologie (J. Schaxel). S. 460.

Botanik.

- Becher, Erich, Die fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen und die Hypothese eines überindividuellen Seelischen (E. Küster und Otto Braun). S. 567.

- Conwentz, H. (Hrsg.), Moorschutzhft, Beiträge zur Naturdenkmalpflege (Asmus Jabs). S. 44.
 Engler, A. (Hrsg.), Das Pflanzenreich (F. Moewes). S. 10.
 — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hochgebirgslöten (F. Moewes). S. 237.
 Fitting, Hans, Die Pflanze als lebender Organismus (E. G. Pringsheim). S. 568.
 Foerster, Karl, Vom Blütengarten der Zukunft (E. Küster). S. 423.
 Fritz, M., Geschichte des Tier- und Pflanzenreiches (Th. Arldt). S. 319.
 Führer zu einem Rundgang durch die Gewächshäuser des Königl. Botanischen Gartens (F. Moewes). S. 318.
 — durch das Schaumuseum des Königl. Botanischen Museums in Berlin-Dahlem (F. Moewes). S. 318.
 Haberlandt, G., Über Pflanzenkost in Krieg und Frieden (L. Lichtwitz). S. 29.
 Heinricher, E., Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum (F. Moewes). S. 236.
 Kraepelin, Karl, Exkursionsflora für Nord- und Mitteleuropa (E. Ulbrich). S. 698.
 Lundegårdh, Henrik, Physiologische Studien über die Baumarchitektonik (E. Küster). S. 568.
 Molisch, Hans, Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei (E. Küster). S. 603.
 Osburn, The care of Home Aquaria (Thilo Krumbach). S. 319.
 Pax, Ferdinand, Prantls Lehrbuch der Botanik (L. Diels). S. 238.
 Pilger, R., Die Meeresalgen (E. G. Pringsheim). S. 424.
 Schmidt, Ernst Willy, Bau und Funktion der Siebröhre der Angiospermen (F. Czapek). S. 720.
 Schneider, C. K., Illustriertes Handwörterbuch der Botanik (E. Heinricher). S. 706.
 Schröder, H., Die Hypothesen über die chemischen Vorgänge bei der Kohlensäureassimilation und ihre Grundlagen (Georg Trier). S. 734.

- Schwegg, Hans, Unsere Giftpilze und ihre eßbaren Doppelgänger unter Einbeziehung der häufigeren ungenießbaren Arten (F. Duysen). S. 604.
 Strasburger, Noll, Schenck, Schimper, Lehrbuch der Botanik (L. Diels). S. 488.
 Warburg, Otto, Die Pflanzenwelt (L. Diels). S. 238.

Zoologie und Anthropologie.

- Adloff, P., Die Entwicklung des Zahnsystems der Säugetiere und des Menschen (Wilhelm Leche). S. 304.
 Brehm, Tierleben (K. Escherich). S. 281.
 Conwentz, H. (Hrsg.), Moorschutzhft, Beiträge zur Naturdenkmalpflege (Asmus Jabs). S. 44.
 Escherich, K., Die Ameise (H. Stitz). S. 532.
 Fritz, M., Geschichte des Tier- und Pflanzenreiches (Th. Arldt). S. 319.
 Grobben, Karl, Lehrbuch der Zoologie (S. Becher). S. 600.
 Kammerer, Paul, Naturforscherreisen zu den Felsen-eilanden Dalmatiens (Thilo Krumbach). S. 319.
 Korschelt, E., Lebensdauer, Altern und Tod (A. Pütter). S. 461.
 Künkel, Karl, Zur Biologie der Lungenschnecken (J. Meisenheimer). S. 334.
 Meyer, Hans, Die Barundi (Hans Zache). S. 316.
 Osburn, The care of Home Aquaria (Thilo Krumbach). S. 319.
 Steinmann, G., Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch (Hans Lautensach). S. 708.
 Stempel, W., und A. Koch, Elemente der Tierphysiologie (J. Schaxel). S. 460.
 Tschudi, Friedrich von, Biographien und Tierzeichnungen aus dem Tierleben der Alpenwelt (F. Pax). S. 603.

Medizin.

- Abderhalden, Emil, Die Grundlagen unserer Ernährung mit besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit (K. Thomas). S. 533.
 Asher, L., Praktische Übungen in der Physiologie (A. von Tschermak). S. 317.
 Bleuler, E., Lehrbuch der Psychiatrie (Karl Jaspers). S. 302.
 Eppinger, Hans, Zur Pathologie und Therapie des menschlichen Oedems (Leon Asher). S. 698.
 Greeff, R., Kritische Betrachtungen über Funde von Brillengläsern und Lupen aus dem früheren Altertum (M. v. Rohr). S. 202.
 Haberlandt, G., Über Pflanzenkost in Krieg und Frieden (L. Lichtwitz). S. 29.
 Hallenberger, Die Framboesia tropica in Kamerun (Carl Bruck). S. 317.
 Hartmann, M., und C. Schilling, Die pathogenen Protozoen und die durch sie verursachten Krankheiten, zugleich eine Einführung in die allgemeine Protozoenkunde (H. Da Rocha-Lima). S. 696.
 Henning, Hans, Der Geruch (A. Pütter). S. 303.
 Lipschütz, A., Zur allgemeinen Physiologie des Hungers (L. Lichtwitz). S. 29.
 Neisser, Albert, Die Geschlechtskrankheiten und ihre Bekämpfung (A. Buschke). S. 28.
 Ohm, Joh., Das Augenzittern der Bergleute und Verwandtes (G. Levinsohn). S. 301.
 Prausnitz, G., Das Augenglas in Bildern der kirchlichen Kunst im XV. und XVI. Jahrhundert (M. v. Rohr). S. 202.

- Rohr, M. von, Zur Kenntnis älterer Ansichten über das beidäugige Sehen (Autoreferat). S. 42.
 — Über ältere Wandlungen in den Brillenformen (Autoreferat). S. 202.
 — Über die Entwicklung der Brille bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts (Autoreferat). S. 202.
 — Nachweise und Bemerkungen zur älteren Brillengeschichte (Autoreferat). S. 202.
 — Zur Brillenherstellung vor 300 Jahren (Autoreferat). S. 202.
 — Über Bifokal- und andere Brillen zur Unterstützung des Altersauges (Autoreferat). S. 202.
 — Zur Entwicklung der Fernrohrbrille (Autoreferat). S. 202.
 — Die Entwicklung der Zielbrillen (Autoreferat). S. 202.
 Schäffer, J., Albert Neisser (F. Pinkus). S. 462.
 Sonntag, Erich, Die Wassermannsche Reaktion in ihrer serologischen Technik und klinischen Bedeutung (auf Grund von Untersuchungen und Erfahrungen in der Chirurgie) (Carl Bruck). S. 461.
 Stoklasa, J., Das Brot der Zukunft (E. Küster). S. 423.
 Trendelenburg, W., Stereoskopische Raummessung an Röntgenaufnahmen (M. v. Rohr). S. 732.

Nichtbiologisches.

Astronomie.

- Froelich, Heinrich, Der Strahlungsdruck als kosmisches Prinzip, Kosmologie und Kosmogonie (Erwin Freundlich). S. 317.
 Morse, Fr., and O. B. French, Determination of the Difference in Longitude between each two of the Stations Washington, Cambridge, and Far Rockaway (A. Galle). S. 43.
 Schwarzschild, K., Über das System der Fixsterne (E. Freundlich). S. 627.

Chemie und physikalische Chemie.

- Bavink, B., Einführung in die allgemeine Chemie (J. Koppel). S. 746.
 Dubsky, J. V., Vereinfachte quantitative Mikroelementaranalyse organischer Substanzen (P. Rona). S. 336.
 Fonrobert, Ewald, Das Ozon (Hans Adam). S. 29.
 Glikin, W., Methodik der Stoffwechselanalyse (H. Pringsheim). S. 89.
 Gmelin-Kraut, Handbuch der anorganischen Chemie (J. Koppel). S. 89.
 Katz, J. R., Die Gesetze der Quellung (R. Zsigmondy). S. 334.
 Kohlrausch, F., und L. Holborn, Das Leitvermögen der Elektrolyte, insbesondere der wässrigen Lösungen (Alfred Coehn). S. 279.
 Lassar-Cohn, Die Chemie im täglichen Leben (J. Koppel). S. 89.
 Pregl, Fritz, Die quantitative organische Mikroanalyse (P. Rona). S. 336.
 Schröder, H., Die Hypothesen über die chemischen Vorgänge bei der Kohlensäureassimilation und ihre Grundlagen (Georg Trier). S. 734.
 Stähler, Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie (Alfred Coehn). S. 279.
 Stoklasa, J., Das Brot der Zukunft (E. Küster). S. 423.

Geographie und Meteorologie.

- Exner, F. M., Dynamische Meteorologie (A. Schmauß). S. 626.
- Frech, Fritz, Geologie Kleinasien im Bereich der Bagdadbahn (C. Diener). S. 106.
- Fritz, M., Paläogeographische Erdkarten (Th. Arldt). S. 109.
- Heim, Albert, Geologie der Schweiz (J. Früh). S. 107.
- Jones, E. Lester, Centennial Celebration of the United States Coast and Geodetic Survey (A. Galle). S. 123.
- Kammerer, Paul, Naturforscherreisen zu den Felseninseln Dalmatiens (Thilo Krumbach). S. 319.
- Koßmat, F., Paläogeographie (Th. Arldt). S. 708.
- Krauss, Joseph, Grundzüge der maritimen Meteorologie und Ozeanographie (Bruno Schulz). S. 368.
- Krusch, P., Die nutzbaren Lagerstätten Belgiens, ihre geologische Position und wirtschaftliche Bedeutung (K. Sapper). S. 239.
- Linke, F., Die meteorologische Ausbildung des Fliegers (P. Ludewig). S. 281.
- Morse, Fr. and O. B. French, Determination of the Difference in Longitude between each two of the Stations Washington, Cambridge, and Far Rockaway (A. Galle). S. 43.
- Prochnow, Oscar, Fliegerwetterkunde (A. Schmauß). S. 281.
- Sapper, K., Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche (Th. Arldt). S. 239.
- Geologischer Bau und Landschaftsbild (Robert Gradmann). S. 707.
- Schaffer, Franz X., Grundzüge der allgemeinen Geologie (B. Weigand). S. 108.
- Tornquist, A., Grundzüge der allgemeinen Geologie für Studierende der Naturwissenschaften, der Geographie und der technischen Wissenschaften (K. Sapper). S. 238.
- Wegener, A., Wind- und Wasserhosen in Europa (A. Schmauß). S. 626.
- Wolff, H., Karte und Kroki (Autoreferat). S. 383.

Geologie.

- Couwentz, H. (Hrsgb.), Moorschutzhelf, Beiträge zur Naturdenkmalpflege (Asmus Jabs). S. 44.
- Frech, Fritz, Geologie Kleinasien im Bereich der Bagdadbahn (C. Diener). S. 106.
- Fritz, M., Paläogeographische Erdkarten (Th. Arldt). S. 109.
- Heim, Albert, Geologie der Schweiz (J. Früh). S. 107.
- Jones, E. Lester, Centennial Celebration of the United States Coast and Geodetic Survey (A. Galle). S. 123.
- Koßmat, F., Paläogeographie (Th. Arldt). S. 708.
- Krusch, P., Die nutzbaren Lagerstätten Belgiens, ihre geologische Position und wirtschaftliche Bedeutung (K. Sapper). S. 239.
- Machatschek, Fr., Gletscherkunde (Hans Lautensach). S. 649.
- Offermann, Heinrich, Das nordwestdeutsche Erdöl-vorkommen (E. Stolley). S. 488.
- Sapper, K., Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche (Th. Arldt). S. 239.
- Geologischer Bau und Landschaftsbild (Robert Gradmann). S. 707.

- Schaffer, Franz X., Grundzüge der allgemeinen Geologie (B. Weigand). S. 108.
- Steinmann, G., Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch (Hans Lautensach). S. 708.
- Tornquist, A., Grundzüge der allgemeinen Geologie für Studierende der Naturwissenschaften, der Geographie und der technischen Wissenschaften (K. Sapper). S. 238.
- Werth, E., Das Eiszeitalter (Hans Lautensach). S. 708.

Mathematik.

- Buchholz, Hugo, Angewandte Mathematik (A. Galle). S. 280.
- Lorey, Wilhelm, Das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts (W. Ahrens). S. 259.
- Mehmke, Rudolf, Leitfaden zum graphischen Rechnen (Gerhard Hessenberg). S. 648.

Physik.

- Buchholz, Hugo, Angewandte Mathematik (A. Galle). S. 280.
- Cranz, C., Lehrbuch der Ballistik (H. H. Kritzingen). S. 649.
- Föppl, A., Vorlesungen über technische Mechanik (L. Hopf). S. 383.
- Freundlich, Erwin, Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie (Selbstanzeige). S. 745.
- Froelich, Heinrich, Der Strahlungsdruck als kosmisches Prinzip, Kosmologie und Kosmogonie (Erwin Freundlich). S. 317.
- Graetz, Leo, Die Physik (A. Berliner). S. 657.
- Gammel, R., Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges (Autoreferat). S. 650.
- Greeff, R., Kritische Betrachtungen über Funde von Brillengläsern und Lupen aus dem früheren Altertum (M. v. Rohr). S. 202.
- Grimsehl, E., Lehrbuch der Physik (F. A. Schulze). S. 88.
- Helmholtz, H. v., Zwei Vorträge über Goethe (A. Einstein). S. 675.
- Krolls Stereoskopbilder zum Gebrauche für Schielende (M. v. Rohr). S. 28.
- Lorentz, H. A., The Theory of Electrons and its Applications to the Phenomena of Light and Radiant Heat (G. Hertz). S. 88.
- Marx, Erich, Handbuch der Radiologie (W. Gerlach). S. 673.
- Mehmke, Rudolf, Leitfaden zum graphischen Rechnen (Gerhard Hessenberg). S. 648.
- Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik und Meteorologie (R. Pohl). S. 280.
- Ostwald, Wilhelm, Die Farbenfibel (R. Pohl). S. 366.
- Planck, M., Einführung in die allgemeine Mechanik (M. Born). S. 474.
- Prausnitz, G., Das Augenglas in Bildern der kirchlichen Kunst im XV. und XVI. Jahrhundert (M. v. Rohr). S. 202.
- Rohr, M. von, Zur Kenntnis älterer Ansichten über das beidäugige Sehen (Autoreferat). S. 42.
- Über die Entwicklung der Brille bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts (Autoreferat). S. 202.
- Über ältere Wandlungen in den Brillenformen (Autoreferat). S. 202.

- Rohr, M. von, Nachweise und Bemerkungen zur älteren Brillengeschichte (Autoreferat). S. 202.
 — Zur Brillenherstellung vor 300 Jahren (Autoreferat). S. 202.
 — Über Bifokal- und andere Brillen zur Unterstützung des Altersauges (Autoreferat). S. 202.
 — Zur Entwicklung der Fernrohrbrille (Autoreferat). S. 202.
 — Die Entwicklung der Zielbrillen (Autoreferat). S. 202.
 Trendelenburg, W., Stereoskopische Raummessung an Röntgenaufnahmen (M. v. Rohr). S. 732.

Physikalische und chemische Technik.

- Cranz, C., Lehrbuch der Ballistik (H. H. Kritzinger). S. 649.
 Föppl, A., Vorlesungen über technische Mechanik (L. Hopf). S. 383.
 Grammel, Fr., Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges (Autoreferat). S. 650.

- Matschoß, Conrad (Hrsg.), Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie (Carl Weihe). S. 522.
 Offermann, Heinrich, Das nordwestdeutsche Erdöl-vorkommen (E. Stolley). S. 488.
 Rein, Hans, Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie (A. Meißner). S. 367.
 Sharp, L. T., Grundlegende Beziehungen zwischen gewissen löslichen Salzen und Bodenkolloiden (Paul Ehrenberg). S. 317.

Psychologie.

- Aster, E. v., Einführung in die Psychologie (K. Koffka). S. 224.
 Marbe, K., Die Rechenkunst der Schimpansin Basso im Frankfurter Zoologischen Garten nebst Bemerkungen zur Tierpsychologie und einem offenen Brief an Herrn Krall (K. Koffka). S. 225.
 Ostwald, Wilhelm, Die Farbenfibel (R. Pohl). S. 366.

Verzeichnis der Referenten.

- Adam, Hans: Fonrobert, Ewald, Das Ozon. S. 29.
 Ahrens, W.: Lorey, Wilhelm, Das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts. S. 259.
 Arldt, Th.: Fritz, M., Paläogeographische Erdkarten. S. 109.
 — Fritz, M., Geschichte des Tier- und Pflanzenreiches. S. 319.
 — Koßmat, F., Paläogeographie. S. 708.
 — Sapper, K., Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche. S. 239.
 Asher, Leon: Eppinger, Hans, Zur Pathologie und Therapie des menschlichen Oedems. S. 698.
 Becher, S.: Grobben, Karl, Lehrbuch der Zoologie. S. 600.
 Berliner, A.: Graetz, Leo, Die Physik. S. 657.
 Born, M.: Planck, M., Einführung in die allgemeine Mechanik. S. 474.
 Braun, Otto: Becher, Erich, Die fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen und die Hypothese eines überindividuellen Seelischen. S. 567.
 Bruck, Carl: Hallenberger, Die *Framboesia tropica* in Kamerun. S. 317.
 — Sonntag, Erich, Die Wassermannsche Reaktion in ihrer serologischen Technik und klinischen Bedeutung (auf Grund von Untersuchungen und Erfahrungen in der Chirurgie). S. 461.
 Buschke, A.: Neisser, Albert, Die Geschlechtskrankheiten und ihre Bekämpfung. S. 28.
 Coehn, Alfred: Kohlrausch, F., und L. Holborn, Das Leitvermögen der Elektrolyte, insbesondere der wässrigen Lösungen. S. 279.
 — Stähler, Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie. S. 279.
 Czapek, F.: Schmidt, Ernst Willy, Bau und Funktion der Siebröhre der Angiospermen. S. 720.
 Diels, L.: Pax, Ferdinand, Prantls Lehrbuch der Botanik. S. 238.
 — Warburg, Otto, Die Pflanzenwelt. S. 238.
 — Lehrbuch der Botanik. S. 488.
 Diener, C.: Frech, Fritz, Geologie Kleinasiens im Bereich der Bagdadbahn. S. 106.
 Duysen, F.: Schwegg, Hans, Unsere Giftpilze und ihre eßbaren Doppelgänger unter Einbeziehung der häufigeren ungenießbaren Arten. S. 604.
 Ehrenberg, Paul: Sharp, L. T., Grundlegende Beziehungen zwischen gewissen löslichen Salzen und Bodenkolloiden. S. 317.
 Einstein, A.: Helmholtz, H. v., Zwei Vorträge über Goethe. S. 675.
 Escherich, K.: Brehms Tierleben. S. 281.
 Freundlich, Erwin: Froelich, Heinrich, Der Strahlungsdruck als kosmisches Prinzip, Kosmologie und Kosmogonie. S. 317.
 — Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie (Selbstanzeige). S. 745.
 — Schwarzschild, K., Über das System der Fixsterne. S. 627.
 Früh, J.: Heim, Albert, Geologie der Schweiz. S. 107.
 Galle, A.: Buchholz, Hugo, Angewandte Mathematik. S. 280.
 — Jones, E. Lester, Centennial Celebration of the United States Coast and Geodetic Survey (Originalartikel). S. 123.
 — Morse, Fr., und O. B. French, Determination of the Difference in Longitude between each two of the Stations Washington, Cambridge, and Far Rockaway. S. 43.
 Gerlach, W.: Marx, Erich, Handbuch der Radiologie. S. 673.
 Gradmann, Robert: Sapper, Karl, Geologischer Bau und Landschaftsbild. S. 707.
 Grammel, R.: Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges. S. 650.
 Heinricher, E.: C. K. Schneiders Illustriertes Handwörterbuch der Botanik. S. 706.
 Hertz, G.: Lorentz, H. A., The Theory of Electrons and its Applications to the Phenomenon of Light and Radiant Heat. S. 88.
 Hessenberg, Gerhard: Mehmke, Rudolf, Leitfaden zum graphischen Rechnen. S. 648.
 Hopf, L.: Föppl, A., Vorlesungen über technische Mechanik. S. 383.

Verzeichnis der Referenten.

- Jabs, Asmus: Conwentz, H., Moorschutzhelf, Beiträge zur Naturdenkmalpflege. S. 44.
- Jaspers, Karl: Bleuler, E., Lehrbuch der Psychiatrie. S. 302.
- Koffka, K.: Aster, E. v., Einführung in die Psychologie. S. 224.
- Marbe, K., Die Rechenkunst der Schimpansin Basso im Frankfurter Zoologischen Garten nebst Bemerkungen zur Tierpsychologie und einem offenen Brief an Herrn Krall. S. 225.
- Koppel, J.: Bavink, Einführung in die allgemeine Chemie. S. 746.
- Gmelin-Krauts Handbuch der anorganischen Chemie. S. 89.
- Lassar-Cohn, Die Chemie im täglichen Leben. S. 89.
- Kritzinger, H. H.: Cranz, C., Lehrbuch der Ballistik. S. 649.
- Kronenberg, M.: Thormeyer, Paul, Philosophisches Wörterbuch. S. 61.
- Titius, Arthur, Naturwissenschaft und Ethik. S. 59.
- Krumbach, Thilo: Kammerer, Paul, Naturforschereisen zu den Felseneilanden Dalmatiens. S. 319.
- Osburn, The care of Home Aquaria. S. 319.
- Küster, E.: Becher, Die fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen und die Hypothese eines überindividuellen Seelischen. S. 567.
- Foerster, Karl, Vom Blütengarten der Zukunft. S. 423.
- Lundegårdh, Henrik, Physiologische Studien über die Baumarchitektonik. S. 568.
- Molisch, Hans, Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. S. 603.
- Stoklasa, J., Das Brot der Zukunft. S. 423.
- Lautensach, Hans: Machatschek, Fr., Gletscherkunde. S. 649.
- Steinmann, G., Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. S. 708.
- Werth, E., Das Eiszeitalter. S. 708.
- Leche, Wilhelm: Adloff, P., Die Entwicklung des Zahnsystems der Säugetiere und des Menschen. S. 304.
- Levinsohn, G.: Ohm, Joh., Das Augenzittern der Bergleute und Verwandtes. S. 301.
- Lichtwitz, L.: Haberlandt, G., Über Pflanzenkost in Krieg und Frieden. S. 29.
- Lipschütz, A., Zur allgemeinen Physiologie des Hungers. S. 29.
- Ludewig, P.: Linke, F., Die meteorologische Ausbildung des Fliegers. S. 281.
- Meisenheimer, J.: Künkel, Karl, Zur Biologie der Lungenschnecken. S. 334.
- Meißner, A.: Rein, Hans, Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie. S. 367.
- Moewes, F.: Engler, A., Das Pflanzenreich. S. 10.
- Engler, A., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hochgebirgsflora. S. 237.
- Heinricher, E., Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum. S. 236.
- Führer durch das Schaumuseum des Königl. Botanischen Museums in Berlin-Dahlem. S. 318.
- Neger, F. W.: Hertwig, Oskar, Das Werden der Organismen. S. 9.
- Pax, F.: Tschudi, Friedrich von, Biographien und Tierzeichnungen aus dem Tierleben der Alpenwelt. S. 603.
- Pinkus, F.: Schäffer, J., Albert Neisser. S. 462.
- Pohl, R.: Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie. S. 280.
- Ostwald, Wilhelm, Die Farbenfibel. S. 366.
- Pringsheim, E. G.: Fitting, Hans, Die Pflanze als lebender Organismus. S. 568.
- Pilger, R., Die Meeresalgen. S. 424.
- Pringsheim, H.: Glikin, W., Methodik der Stoffwechselanalyse. S. 89.
- Pütter, A.: Henning, Hans, Der Geruch. S. 303.
- Korschelt, E., Lebensdauer, Altern und Tod. S. 461.
- Rocha-Lima, H. Da: Harimann, M., und C. Schilling, Die pathogenen Protozoen und die durch sie verursachten Krankheiten, zugleich eine Einführung in die allgemeine Protozoenkunde. S. 696.
- Rohr, M. von: Krolls Stereoskopbilder zum Gebrauche für Schielende. S. 28.
- Trendelenburg, W., Stereoskopische Raummessung an Röntgenaufnahmen. S. 732.
- Zur Kenntnis älterer Ansichten über das beid-
äugige Sehen (Autoreferat). S. 42.
- Die Entwicklung der Brille. V. S. 202.
- Rona, P.: Pregl, Fritz, Die quantitative organische Mikroanalyse. S. 336.
- Sapper, K.: Krusch, P., Die nutzbaren Lagerstätten Belgiens, ihre geologische Position und wirtschaftliche Bedeutung. S. 239.
- Tornquist, A., Grundzüge der allgemeinen Geologie für Studierende der Naturwissenschaften, der Geographie und der technischen Wissenschaften. S. 238.
- Schaxel, J.: Naef, Adolf, Die individuelle Entwicklung organischer Formen als Urkunde ihrer Stammesgeschichte. S. 459.
- Stempel, W., und A. Koch, Elemente der Tierphysiologie. S. 460.
- Schmauf, A.: Exner, F. M., Dynamische Meteorologie. S. 626.
- Prochnow, Oskar, Fliegerwetterkunde. S. 281.
- Wegener, A., Wind- und Wasserhosen in Europa. S. 626.
- Schulz, Bruno: Krauß, Joseph, Grundzüge der maritimen Meteorologie und Ozeanographie. S. 368.
- Schulze, F. A.: Grimsehl, E., Lehrbuch der Physik. S. 88.
- Stitz, H.: Escherich, K., Die Ameise. S. 532.
- Stolley, E.: Offermann, Heinrich, Das nordwestdeutsche Erdölvorkommen. S. 488.
- Thomas, K.: Abderhalden, Emil, Die Grundlagen unserer Ernährung mit besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit. S. 533.
- Trier, Georg: Schröder, H., Die Hypothesen über die chemischen Vorgänge bei der Kohlensäureassimilation und ihre Grundlagen. S. 734.
- Tschermak, A. v.: Asher, L., Praktische Übungen in der Physiologie. S. 317.
- Ulbrich, E.: Kraepelin, Karl, Exkursionsflora für Nord- und Mitteldeutschland. S. 698.
- Weigand, B.: Schaffer, Franz X., Grundzüge der allgemeinen Geologie. S. 108.
- Weihe, Carl: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. S. 522.
- Wolff, H.: Karte und Kroki (Autoreferat). S. 383.
- Zache, Hans: Meyer, Hans, Die Barundi. S. 316.
- Zsigmondy, R.: Katz, J. R., Die Gesetze der Quellung. S. 334.

Kleine Mitteilungen.

- Abkühlung**, Die nächtliche — der unteren Luftschichten und der Erdoberfläche in Abhängigkeit vom Wasserdampfgehalt der Atmosphäre. S. 535.
- Abnormen**, Die Verwertung des — und Pathologischen in der Pflanzenkultur. S. 79.
- Aceton**, Gewinnung von — durch Gärung. S. 143.
- Acetylenkondensationen**, pyrogene. S. 405.
- Acylierte Zucker**, Über teilweise —. S. 720.
- Agglutinationsstudien** bei Fleckfieber. S. 340.
- Alkohol** aus Karbid. S. 464, 536.
- Alkoholgenuß**, Schlimme Folgen des —. S. 463.
- Alkoholische Gärung**, Über den Verlauf der — bei alkalischer Reaktion. S. 498.
- Allogonie**, Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne nebst allgemeinen Bemerkungen über —. S. 79.
- Aluminium** als Mittel gegen Kesselstein. S. 191.
- Amerika**, Neue tiergeographische Forschungen in —. S. 157.
- Ammoniak**, gasförmiger, Über die Einwirkung von — auf Superphosphate und die Verwendung der gewonnenen Ammoniakphosphate. S. 500.
- Zersetzung von —. S. 722.
- Ammoniakfabrik**, Über einen Fall der Vergiftung durch Gase der —. S. 500.
- Ammoniumbikarbonat** ein vorzügliches Backpulver. S. 264.
- Amsel**, Garten-, Die Ostgrenze der —. S. 356.
- Anthropologische Gesellschaft**, Bericht über die von der Wiener — in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien. S. 712.
- Araceen**, Die Erwärmungstypen der — und ihre blütenbiologische Deutung. S. 350.
- Aspenbock**, Über die Eiablage des —. S. 577.
- Astrologie**, antike, Die Farben der Fixsterne und die —. S. 443.
- Astronomische Mitteilungen**. S. 337.
- Azetylen**, Über die kolorimetrische Bestimmung des —. S. 262.
- Backpulver**, Ammoniumbikarbonat ein vorzügliches —. S. 264.
- Bären-Insel**, Kohle-Vorkommen auf der —. S. 628.
- Barnardscher Stern**, Die Parallaxe des —. S. 339.
- Baumwoll-Ersatzfaser**, Die Gewinnung von — aus Lupinenstroh. S. 127.
- Beeren**, Die Farbstoffe der —. S. 228.
- Benennung der Tiere**. S. 724.
- Benzol**, Die Extraktion der Kohle mit —. S. 512.
- Bergkristall**, Untersuchungen über die elektrische Leitfähigkeit des —. S. 207.
- Bestäubung**, Zur Frage der — von Blüten durch Schnecken. S. 428.
- Bienenzucht**. S. 307.
- Biologie**, Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten der —. S. 757, 768.
- Blattform**, Über die Variation der — von Ginkgo biloba L. und ihre Bedeutung für die Paläobotanik. S. 768.
- Blattgelenke**, Das Rumphiusphänomen und die primäre Bedeutung der —. S. 651.
- Blattstielkrümmungen**, Über — infolge von Verwundung (Traumanastie). S. 652.
- Blütenfarbstoffe**, Die — des tiefblauen Stiefmütterchens. S. 228.
- Neue Untersuchungen über die —. S. 227.
- Blütenstaub**, Übertragung von —. S. 386.
- Bluten**, Das — des Marienkäferchens. S. 440.
- Botanische Mitteilungen**. S. 78, 350, 426, 510, 650.
- Braunkohle**, Über die trockene Destillation einer — bei verschiedenen Temperaturen. S. 676.
- Brechungsindex**, Zur Bestimmung des — und der Dispersion von Glas. S. 92.
- Breitendienst**, internationaler, Ergebnisse des —. S. 128.
- Bromsilbergelatine**, Quantitative Vergleichung der Wirkung von Röntgenstrahlen und Lichtstrahlen auf —. S. 45.
- Brot** auf lange Zeit haltbar zu machen. S. 12.
- N-Brot, ein Kraftbrot. S. 243.
- Bulgarien**, Erdbeben in —. S. 627.
- Bunsenflamme**, Kenntnis des Innenkegels der —. S. 263.
- Buntsandstein** Badens, Die Flora des —. S. 351.
- Carabidenlarven**, Zur Kenntnis der —. S. 688.
- Ceratiten**, Die deutschen —. S. 588.
- Ceylon**, Reisen auf —. S. 308.
- Chalcididen**, Über Nadelholzsaamen zerstörende —. S. 687.
- Chemische Mitteilungen**. S. 142, 262, 402, 511, 721.
- Chirotherium**, Die Fährten von —. S. 588.
- Chromosomenzahlen**, abweichende, Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit —. S. 80.
- Coprinus sterquilinus**, Die Erzeugung und Befreiung der Sporen bei —. S. 769.
- Cordillera de los Andes**, Die Vegetationsverhältnisse der —. S. 285.
- Dämmerungsbeobachtungen** Herbst 1911 bis Anfang 1917. S. 614.
- Dänemark**, Ergebnisse der Volkszählung in — 1916. S. 627.
- Denken**, technisches, Der Allgemeinwert des —. S. 406.
- Diffusion**, thermische. S. 355.
- Dispersion**, Zur Bestimmung des Brechungsindex und der — von Glas. S. 92.
- anomale, Juliusche Theorie der —. S. 92.
- Eberwurz**, Die — als Wetterpflanze und Nahrungsmittel. S. 499.
- Eiablage**, Über die — des Aspenbocks. S. 577.
- Eisen**, Gruppeneinteilung der Spektrallinien des —. S. 354.
- Elbwasser**, Die Untersuchungen des — von 1882 bis 1915. S. 722.
- Elektrische Leitfähigkeit** des Bergkristalls, Untersuchungen über —. S. 207.
- — sehr dünner Metallschichten. S. 403.
- Elektromotorische Kräfte**, Erzeugung der — durch die Beschleunigung der Metalle. S. 90.
- Elektrostatischer Erdbebenmesser**. S. 192.
- Element**, Kalomelnormal-. S. 11.
- Elementarquantum**. S. 613.
- Embryonalentwicklung** der Flöhe (Aphaniptera). S. 173.
- Englische Bestrebungen** zur Förderung der Naturwissenschaften. S. 339.
- Entomologische Mitteilungen**. S. 440, 576, 686.
- Erratische Blöcke**, Die größten — der Mark Brandenburg. S. 767.
- Erblichkeit**, Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und — bei Phycomyces nitens Kunze. S. 126, 427.
- Erdbeben** in Bulgarien. S. 627.

- Erdbebenmesser, elektrostatischer. S. 192.
 Erdgeruch, Der — und seine Ursache. S. 306.
 Erdmagnetismus, Horizontalkomponente des —. S. 614.
 Erdölquellen, Die persischen —. S. 592.
 Ernolith. S. 638.
 Extraintestinale Verdauung, Zur Frage der — bei einigen Raubinsekten. S. 356.
 Färbung, Auffallende — von Raupen des Pappelschwärmers. S. 578.
 Farben, Die — der Fixsterne und die antike Astrologie. S. 443.
 Farbenlehre, Goethesche —. S. 355.
 Farbstoffe, Die — der Beeren. S. 228.
 — des Weins. S. 264.
 Farne, Die — und farnähnlichen Gewächse des Culms von Europa. S. 768.
 Faserpflanze, Das Kolbenschild als —. S. 499.
 Fernhörer als Empfänger der Kabeltelegraphie. S. 592.
 Feuerbohne, Eine bemerkenswerte Knospenvariation der — nebst allgemeinen Bemerkungen über Allogonie. S. 79.
 Fische, Lymphgefäße der —. S. 663.
 Fixsterne, Die Farben der — und die antike Astrologie. S. 443.
 Fleckfieber, Agglutinationsstudien bei —. S. 340.
 Fliegen, Ein Mittel, die — zu vertreiben. S. 12.
 Flöhe, Die Embryonalentwicklung der — (Aphaniptera). S. 173.
 Flugwesen, Militär-, Einige Mitteilungen über den gegenwärtigen Stand des englischen —. S. 386.
 Gärung, Gewinnung von Aceton durch —. S. 143.
 — alkoholische, Über den Verlauf der — bei alkalischer Reaktion. S. 498.
 Gallwespen, Die Fortpflanzung der —. S. 578.
 Gamskugeln, Wie entstehen die —? S. 551.
 Gartenamsel, Die Ostgrenze der —. S. 356.
 Gasionen, Beweglichkeiten der —. S. 90.
 Gasmoleküle, Reflexion der —. S. 535.
 Gasspektren im hohen Vakuum. S. 355.
 Gattungsnamen auf ites, Das Geschlecht der —. S. 768.
 Gelbsucht, Pikrinsäure als Vortäuschungsmittel der —. S. 143.
 Geobotanische Landesaufnahme, Beiträge zur —. S. 510.
 Geographische Mitteilungen. S. 508, 627.
 Geologische Mitteilungen. S. 587, 766.
 Geschlechter, Das numerische Verhältnis der — in der Vogelwelt. S. 700.
 Geschlechtsmerkmale, Die sekundären —. S. 757.
 Geschmacksgrenze, Über die — für die Beimischung von Salzen zu Trinkwasser. S. 263.
 Getreideerzeugung, Kulturverfahren zur Vermehrung der —. S. 387.
 Ginkgo biloba L., Über die Variation der Blattform von — und ihre Bedeutung für die Paläobotanik. S. 768.
 Glas, Zur Bestimmung des Brechungsindex und der Dispersion von —. S. 92.
 Glasrohre, Ein neues Präzisionsverfahren zur Herstellung von —. S. 613.
 Glasschmelzen, Salpetersatz für —. S. 323.
 Glaströge ohne Kittung. S. 355.
 Gleichrichterwirkung des Siliziumdetektors. S. 354.
 Gleichstromspannungen, hohe, Die Wirkung — auf Luft, Öl und feste Isolatoren. S. 191.
 Gletscherforschung, Ergebnisse der — im Jahre 1916. S. 444.
 Glimmer, Leitfähigkeit der Luft und des — für Elektrizität. S. 321.
 Glühkathoden-Röntgenröhre von Siemens & Halske A.-G. S. 46.
 Glumifloren, Über den anatomischen Bau der Wurzelhaube einiger — und seine Beziehungen zur Beschaffenheit des Bodens. S. 426.
 Goethesche Farbenlehre. S. 355.
 Graphit, künstlicher, Ein neues Verfahren zur Herstellung des —. S. 640.
 Härteprüfung mittels des Kugeldruckverfahrens. S. 206.
 Hagen-Gesellschaft, Gründung der —. S. 407.
 Harn, Im — anwesende Nitratmengen. S. 160.
 Harnsäureausscheidung, Über den Einfluß der Hefe, speziell der Nährhefe auf die —. S. 126.
 Hautflügler, Schilfgallen bewohnender, Über die Biologie eines —. S. 158.
 Hautschädigungen durch Kalkstickstoff. S. 536.
 Hefe, Über den Einfluß der —, speziell Nährhefe auf die Harnsäureausscheidung. S. 126.
 — Nährhefe als Nahrungsmittel. S. 111.
 — — Resorbierbarkeit der —. S. 242.
 Hefnerlampe, Lichtstärke der —. S. 206.
 Heuschreckenplage, Die — in Anatolien und Nordsyrien und ihre Bekämpfung im Jahre 1916. S. 240.
 Holz, verarbeitetes, Über die Zerstörung von — durch Käfer und den Schutz dagegen. S. 110.
 Horizontalkomponente des Erdmagnetismus. S. 614.
 Hühnerrassen, Über das verschiedene Ergebnis reziproker Kreuzung von — und über dessen Bedeutung für die Vererbungslehre (Theorie der Anlagenschwächung oder Genasthenie). S. 662.
 Hyäne, gefleckte, Über die Zucht der — (*Hyaena crocuta* Erxl.). S. 401.
 Hydrierung der Steinkohle. S. 512.
 Induktion, Die gegenseitige — zweier Massen. S. 614.
 Induktorium, lineares. S. 207.
 Industrie, englische, Leistungsver schlechterung der — durch den Krieg. S. 354.
 Infusorien, Fortpflanzung der —. S. 158.
 Insektenbesuch, Beobachtungen über den — bei einigen Papilionaceen. S. 228.
 Integraljontometer. S. 48.
 Intensitäts- und Härtebestimmung, Eine neue Methode zur — von Röntgenstrahlen. S. 45.
 Invar, Gleichmäßigkeit und Wärmeausdehnung des —. S. 402.
 — Beziehungen zwischen der mechanischen Härte und der Ausdehnbarkeit des —. S. 322.
 — Die Längenänderung von —. S. 535.
 Juliusche Theorie der anomalen Dispersion. S. 92.
 Kabeltelegraphie, Fernhörer als Empfänger der —. S. 592.
 Kälteindustrie, Über die — im Kriege. S. 127.
 Kaiserin-Augusta-Fluß (Sepik) in Deutsch-Neuguinea. S. 508.
 Kalkstickstoff, Hautschädigungen durch —. S. 536.
 — Über die Zersetzung des — infolge von Wasserbeimengung. S. 206.
 Kalomelnormalelement. S. 11.
 Kanarienbasterde, Beobachtungen an —. S. 93.
 Karbid, Alkohol aus —. S. 464, 536.

- Kartoffel, Die Trockenprodukte der —. S. 125.
 Kartoffelwalzmehl, Die Verwendung von — als Zusatz zur Säuglingsnahrung. S. 243.
 Kathode, Strahlen hinter einer —. S. 91.
 Kathodenstrahlung, Unmittelbare Beziehung zwischen der — der Sonne und der Ausdehnung des die Sonne umgebenden kreisförmigen Scheines. S. 402.
 Kesselstein, Aluminium als Mittel gegen —. S. 191.
 Kieferspinner, Über einen Fall von Massenvermehrung des —. S. 576.
 Kiemenschnecke, Über die Körperform und die Bewegungen der adriatischen — *Tethys leporina* L. S. 173.
 Klauenseuche, Maul- und —, Der Erreger der —. S. 112.
 Kleber, Der — im Lichte der Kolloidchemie. S. 499.
 Knacken, Über das — bei einigen Paarhufern, besonders beim Rentier. S. 552.
 Knochenfische (Teleostier), Über die Herkunft der —. S. 551.
 Knospenvariation, Eine bemerkenswerte — der Feuerbohne nebst allgemeinen Bemerkungen über Allogonie. S. 79.
 Kohle, Die Extraktion der — mit Benzol. S. 512.
 — Die Überführung der — in wasserlösliche Substanzen. S. 512.
 Kohlenextraktion und Vakuumteer. S. 404.
 Kohlenforschung, Neue Ergebnisse der —. S. 511.
 Kohlenvorkommen auf der Bären-Insel. S. 623.
 — Die — des Wallis und ihre Bedeutung für die Schweiz. S. 637.
 Kohlenwasserstoff, blauer. S. 12.
 Kohlrüben, Nährstoffverluste bei der üblichen Zubereitung der —. S. 444.
 Kolbenschild, Das — als Faserpflanze. S. 499.
 Kolloidchemie, Der Kleber im Lichte der —. S. 499.
 Komet, neuer. S. 228.
 — Über einen — in großer Erdnähe. S. 128.
 Krieg, Leistungsver schlechterung der englischen Industrie durch den —. S. 354.
 — Über die Kälteindustrie im —. S. 127.
 — Nutzung des deutschen Waldes im —. S. 241.
 Kriegsseife. S. 675.
 Kropf, sporadischer, Die Erbllichkeit des —. S. 770.
 Kürzeste Bahn, Über das Prinzip der — in der Lehre von der Handlung. S. 550.
 Kugeldruckverfahren, Die Härteprüfung mittels des —. S. 206.
 Kultur, Die Grenze zwischen west- und osteuropäischer —. S. 509.
 Lärchenwickler, grauer, Auftreten des — im Oberengadin. S. 440.
 Lagermetall, Ein neues —. S. 11.
 Landesaufnahme, geobotanische, Beiträge zur —. S. 510.
 Lang, Arnold, Biographisches über —. S. 172.
 Laus, sternförmige Schmier-, Beiträge zur Biologie der —. S. 686.
 Leistungsver schlechterung der englischen Industrie durch den Krieg. S. 354.
 Lichaspanzer, Vollständige — aus der Eifel. S. 589.
 Lichtdruck, Messung des — mittels einer dünnen Metallfolie. S. 191.
 Lichtemission, Die räumliche Verteilung der — im elektrischen Bogen und Funken. S. 142.
 Lichtsignale, kurze, Über die Wahrnehmbarkeit —. S. 205.
 Lichtstärke der Heiferlampe. S. 206.
 Luft, Leitfähigkeit der — und des Glimmers für Elektrizität. S. 321.
 Luftelektrizität, Hauptfragen der —. S. 89.
 Lupinenstroh, Die Gewinnung von Baumwoll-Ersatzfaser aus —. S. 127.
 Lymphgefäße der Fische. S. 663.
 Mandelnitrilglucosid, Synthese des —, Sambunigrins und ähnlicher Stoffe. S. 591.
 Marienkäferchen, Das Bluten des —. S. 440.
 Maul- und Klauenseuche, Der Erreger der —. S. 112.
 Meckelscher Knorpel, Ontogenetische Gestaltsveränderungen des — der Sauropsiden. S. 768.
 Merkur, Perihelbewegung des —. S. 711.
 Metallschichten, Elektrische Leitfähigkeit sehr dünner —. S. 403.
 — Widerstand dünner —. S. 354.
 Metrische geographische Maße, Die Einführung der — in England. S. 628.
 Mexiko, Die tektonische Geschichte —. S. 711.
 Militärflugwesen, englisches, Einige Mitteilungen über den gegenwärtigen Stand des —. S. 386.
 Mohn, Die Kultur des —. S. 356.
 Museum, Königliches Botanisches, Die Geschichte des — zu Berlin-Dahlem (1815—1913) nebst Aufzählung seiner Sammlungen. S. 405.
 Nährhefe, Über den Einfluß der Hefe, speziell — auf die Harnsäureausscheidung. S. 126.
 — als Nahrungsmittel. S. 111.
 — Die Bedeutung der — als Nahrungsmittel. S. 126.
 — Resorbierbarkeit der —. S. 242.
 Nährstoffverluste bei der üblichen Zubereitung der Kohlrüben. S. 444.
 Nahrungsmittel, Ersatzmittel für —, Surrogate und ähnliche Erzeugnisse. S. 368.
 — Die Bedeutung der Nährhefe als —. S. 126.
 Napfschnecken, Über die Biologie der — in der Gezeitenwelle und der Brandungszone der Karstküste. S. 639.
 Naturwissenschaften, Englische Bestrebungen zur Förderung der —. S. 339.
 N-Brot, ein Kraftbrot. S. 243.
 Negative, Vergrößerung von — ohne Benutzung von Objektiven. S. 92.
 Nestbau, Der — der Tausendfüßer. S. 400.
 Nitratmengen, Im Harne anwesende —. S. 160.
 Nordpol, magnetischer, Bewegung des —. S. 404.
 Nord-Uganda, Forschungsreisen in —. S. 627.
 N-Sirup. S. 243.
 Oberengadin, Das Auftreten des grauen Lärchenwicklers im —. S. 440.
 Ölgewinnung aus Steinobstkernen. S. 263.
 Oenothera Lamarckiana, Befruchtung und Embryobildung bei — und einigen verwandten Arten. S. 352.
 Organismen, sapropelische, Zur Physiologie und Biologie der —. S. 401.
 Ornithologie, englische, Bibliographie der —. S. 94.
 Ornithologische Mitteilungen. S. 93, 385, 698.
 Ozonverfahren, Schwimmbadwasser und —. S. 662.
 Paläobotanik, Über die Variation der Blattform von *Ginkgo biloba* L. und ihre Bedeutung für die —. S. 768.
 Pantoffelkoralle, mitteldevonische, Neues über die Bedeutung der —. S. 587.
 Papilionaceen, Beobachtungen über den Insektenbesuch bei einigen —. S. 228.

- Pappelschwärmer, Auffallende Färbung von Raupen des —. S. 578.
- Pathologisches, Die Verwertung des Abnormen und — in der Pflanzenkultur. S. 79.
- Peptidsynthese, Zum Problem der natürlichen —. S. 712.
- Perihelbewegung des Merkur. S. 711.
- Pferdestudien an der Ostfront. S. 723.
- Pflanzen, geokarpe, Beiträge zur Biologie einiger —. S. 351.
- Pflanzenparasiten, Schlupfwespen als —. S. 286.
- Photographische Untersuchung der Intensitätsverteilung in Sternspektren. S. 208.
- Phycomyces nitens Kunze, Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und Erblichkeit —. S. 426, 427.
- Physikalische Mitteilungen. S. 11, 89, 142, 191, 205, 321, 353, 402.
- Pikrinsäure als Vortäuschungsmittel der Gelbsucht. S. 143.
- Pilzkenntnis, Mittel und Wege zur —. S. 387.
- Pilzvergiftungen im Jahre 1915. S. 590.
- Platin, Säurebeständige Legierung als Ersatz für —. S. 11.
- Polyederkrankheiten der Raupen. S. 307.
- Polymorphie, Kreuzung oder Mutation die mutmaßliche Ursache der —. S. 78.
- Porzellan, Der wahre Erfinder des —. S. 613.
- Puppenhaut, Farbe der —. S. 286.
- Pyridinverbindungen, Gibt es lebenswichtige —? S. 759.
- Quartär, Über das — und Tertiär bei Fürstenwalde an der Spree. S. 766.
- Quecksilberdampf, Die Resonanzstrahlung des —. S. 92.
- Quecksilberkügelchen, kleine. S. 12.
- Räbertiere. S. 128.
- Raubinsekten, Zur Frage der extraintestinalen Verdauung bei einigen —. S. 356.
- Raupen, Auffallende Färbung von — des Pappelschwärmers. S. 578.
- Polyederkrankheiten der —. S. 307.
- Relativitätsprinzip, Bestätigung des —. S. 388.
- Rentier, Über das „Knacken“ bei einigen Paarhufern, besonders beim —. S. 552.
- Reptilien, Kasuistische Beiträge zur Pathologie der —. S. 724.
- Resonanzstrahlung des Quecksilberdampfes. S. 92.
- Rheinproblem, Das —. S. 591.
- Rieselfelder, Die Berliner —. S. 127.
- Röntgenlicht, Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im —. S. 47.
- Röntgenspektroskopische Methoden ohne Spalt. S. 664.
- Röntgenstrahlen, sehr harte, Eine Methode zur Erzeugung —. S. 47.
- Eine neue Methode zur Intensitäts- und Härtebestimmung von —. S. 45.
- Quantitative Vergleichung der Wirkung von — und Lichtstrahlen auf Bromsilbergelatine. S. 45.
- Röntgenstrahlenmeßtechnik, Ziele und Probleme der —. S. 48.
- Röntgenstrahlentechnik, Mitteilungen aus der —. S. 611.
- Röntgentechnik, Mitteilungen aus der —. S. 45, 611.
- Röntgentransformator, Beobachtungen am —. S. 47.
- Rovigno, Schildkröten im Gebiete von —. S. 551.
- Ruhe- und Tätigkeitsperioden, Über die Verteilung der — der Tiere. S. 173.
- Rumphiusphänomen, Das — und die primäre Bedeutung der Blattgelenke. S. 651.
- Säuglingsnahrung, Die Verwendung von Kartoffelwalmehl als Zusatz zur —. S. 243.
- Säurebeständige Legierung als Ersatz für Platin. S. 11.
- Sahara, Durchquerung der —. S. 698.
- Salpetersersatz für Glasschmelzen. S. 323.
- Sambunigrin, Synthese des Mandelnitrilglucosids. — und ähnlicher Stoffe. S. 591.
- Sandkäfer, Zur Biologie der —. S. 440.
- Sapropelische Organismen, Zur Physiologie und Biologie der —. S. 401.
- Sauerstoff, Studien über die Absorption von — in alkalischen Lösungen. S. 264.
- der Sonne. S. 112.
- Saurier, Ein neuer — aus dem Buntsandstein von Bernburg. S. 767.
- Sauropsiden, Ontogenetische Gestaltsveränderungen des Meckelschen Knorpels der —. S. 768.
- Schallerscheinungen. S. 354.
- Schildkäfer, Die Lebensweise der —. S. 440.
- Schildkröten im Gebiete von Rovigno. S. 551.
- Schlupfwespen als Pflanzenparasiten. S. 286.
- Schmierlaus, sternförmige, Beiträge zur Biologie der —. S. 686.
- Schnecken, Zur Frage der Bestäubung von Blüten durch —. S. 428.
- Über biologische Beziehungen zwischen Zweiflüglern (Dipteren) und —. S. 400.
- Schwanengesang der Vögel. S. 386.
- Schwerkraft, Die — auf dem Mittelländischen Meere und die Hypothese von Pratt. S. 676.
- Schwimmbadwasser und Ozonverfahren. S. 662.
- Scientia militans. S. 442.
- Seife, Kriegs-. S. 675.
- Seifenlamellen, Vergleich optisch und elektrisch gemessener Dicke von —. S. 403.
- Sexualität, Untersuchungen über Variabilität, — und Erblichkeit bei Phycomyces nitens Kunze. S. 426, 427.
- Siam, Die Kenntnis der Vogelfauna —. S. 93.
- Siliziumdetektor, Die Gleichrichterwirkung des —. S. 354.
- Singzikaden, Zur Naturgeschichte der — im Roten Istrien. S. 173.
- Sirup, N-. S. 243.
- Skorpionsfliege, Von der Lebensweise der —. S. 577.
- Sonne, Unmittelbare Beziehung zwischen der Kathodenstrahlung der — und der Ausdehnung des die Sonne umgebenden kreisförmigen Scheines. S. 402.
- Sauerstoff der —. S. 112.
- Sonnenfinsternis, Die — vom 23. Januar d. J. S. 128.
- Sonnentemperatur, Berechnung der —. S. 91.
- Spektrallinien, Gruppeneinteilung der — des Eisens. S. 354.
- Spektroskopischer Doppelstern β Lyrae. S. 337.
- Spinnen, Über trommelnde —. S. 402.
- Steinkohle, Hydrierung der —. S. 512.
- Oxydation der —. S. 322.
- Steinobsterkerne, Ölgewinnung aus —. S. 263.
- Sterilisation, Über die — des Wassers nach dem Chlorgasverfahren. S. 263.
- Sternspektren, Photographische Untersuchung der Intensitätsverteilung in —. S. 208.

- Stickstoffverbrennung, Über ein neues Verfahren zur —. S. 722.
- Stiefmütterchen, tiefblaues, Die Blütenfarbstoffe des —. S. 228.
- Strahlen hinter einer Kathode. S. 91.
- z-Strahlen, Die durch — erzeugte Sekundärstrahlung. S. 535.
- Strahlstoffe, Ein neuer Versuch, die Umwandlungsgeschwindigkeit der — zu beeinflussen. S. 192.
- Strahlung, durchdringende, Messungen der —. S. 403.
- Strömungsgeschwindigkeit, Direkte optische Messung der —. S. 321.
- Superphosphate, Über die Einwirkung von gasförmigem Ammoniak auf — und die Verwendung der gewonnenen Ammoniakphosphate. S. 500.
- Surrogate, Ersatzmittel für Nahrungsmittel, — und ähnliche Erzeugnisse. S. 368.
- Symmetrieinduktorium, Das —. S. 640.
- Tausendfüßer, Der Nestbau der —. S. 400.
- Technische Mitteilungen. S. 11, 191, 205, 321, 353.
- Technischer Literatur-Kalender. S. 592.
- Teer, Tieftemperatur-. S. 511.
- Tektonische Geschichte Mexikos. S. 711.
- Telegraphie, drahtlose, Aus dem Gebiet der — und Telephonie. S. 142.
- Teleostier, Über die Herkunft der Knochenfische. —. S. 551.
- Telephonie, Aus dem Gebiet der drahtlosen Telegraphie und —. S. 142.
- Tertiär, Über das Quartär und — bei Fürstenwalde an der Spree. S. 766.
- Thermionenströme. S. 91.
- Thermische Diffusion. S. 355.
- Thermoelektrischer Effekt. S. 353.
- Tieftemperaturteer. S. 511.
- Tiergeographische Forschungen in Amerika. S. 157.
- Tiernamen, mittelalterliche, Zur Deutung —. S. 462.
- Titanoxyd. S. 91.
- Traumanastie (Verwundung), Über Blattstielkrümmungen infolge von —. S. 652.
- Traumatotropismus, Beiträge zur Kenntnis des —. S. 650.
- Treiben, Über das — von Wurzeln. S. 676.
- Trinkwasser, Über die Geschmacksgrenze für die Beimischung von Salzen zu —. S. 263.
- Trockenprodukte, Die — der Kartoffel. S. 125.
- Trommelnde Spinnen. S. 402.
- Tropische Baumarten, Wachstum und Ruhe —. S. 534.
- Türkischer Völkerkreis, Der — in Kultur und Geschichte. S. 156.
- Umwandlungsgeschwindigkeit, Ein neuer Versuch, die — der Strahlstoffe zu beeinflussen. S. 192.
- Vakuum, Gasspektren im hohen —. S. 355.
- Vakuumteer, Kohlenextraktion und —. S. 404.
- Variabilität, Untersuchungen über —, Sexualität und Erbllichkeit bei *Phycomyces nitens* Kunze. S. 426, 427.
- Verdauung, extraintestinale, Zur Frage der — bei einigen Raubinsekten. S. 356.
- Vergiftung, Über einen Fall von — durch Gase der Ammoniakfabrik. S. 500.
- Victoria-Njansa, Das Sinken des Wasserspiegels im —. S. 509.
- Vitaminfrage, Ernährungsphysiologische Untersuchungen zur —. S. 759, 760.
- Vogelfauna, Die Kenntnis der — Siams. S. 93.
- Vogelschutzstätte an der Ostseeküste. S. 385.
- Volkszählung, Ergebnisse der — in Dänemark 1916. S. 627.
- Vulkaninstitut Immanuel Friedländer, Aus dem —. S. 712.
- Wärmeleitvermögen, Das — einiger Metalle bei tiefen Temperaturen. S. 500.
- Wald, Nutzung des deutschen — im Kriege. S. 241.
- Wallis, Die Kohlenvorkommen des — und ihre Bedeutung für die Schweiz. S. 637.
- Wasser, Über die Sterilisation des — nach dem Chlorgasverfahren. S. 263.
- Wasserkräfte, Die nutzbaren — Deutschlands. S. 628.
- Wasserspalt, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über —. S. 652.
- Wechselwarme Tiere. S. 128.
- Wein, Farbstoff des —. S. 264.
- Weinbergsschädlinge mit Hilfe biologischer Faktoren zu bekämpfen. S. 370.
- Wellensittiche, sprechende. S. 699.
- Wespen, Schlupf-, als Pflanzenparasiten. S. 286.
- West- und osteuropäische Kultur, Die Grenze zwischen —. S. 509.
- Winterschlaf der Vögel. S. 699.
- Witterungsverhältnisse längerer Zeiträume in Europa. S. 207.
- Wolle, Über den Nachweis von Schädigungen der —. S. 160.
- Wurzelhaube, Über den anatomischen Bau der — einiger Glumifloren und seine Beziehungen zur Beschaffenheit des Bodens. S. 426.
- Wurzeln, Über das Treiben von —. S. 676.
- Zacharias, Otto. S. 723.
- Zoologische Mitteilungen. S. 172, 400, 550, 723.
- Zucker, Über teilweise acylierte —. S. 720.
- Zuckerflagellaten. S. 499.
- Zweiflügler, Über biologische Beziehungen zwischen — (Dipteren) und Schnecken. S. 400.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

- Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. S. 476.
- Annalen der Physik. S. 245, 287.
- Zoologischer Anzeiger. S. 31, 267.
- Archiv für Elektrotechnik. S. 287.
- Archiv für Protistenkunde. S. 267.
- Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. S. 13, 175, 265, 446.
- Bureau of Standards. S. 31, 32.
- Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. S. 266.
- Zoologische Jahrbücher. S. 447.
- Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt. S. 288, 475.
- Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 176, 245, 324.
- Biochemische Zeitschrift. S. 30, 448.
- Zeitschrift für Botanik. S. 266, 447.
- Zeitschrift für Elektrochemie. S. 288.

- Zeitschrift für angewandte Entomologie. S. 15, 447.
 Meteorologische Zeitschrift. S. 16, 30, 248, 324.
 Geographische Zeitschrift. S. 16, 64, 268, 476.
 Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. S. 15, 267.
 Zeitschrift für Instrumentenkunde. S. 30, 176, 248, 324.
 Physikalische Zeitschrift. S. 63, 247, 323.
 Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. S. 447.
-

Berichte gelehrter Gesellschaften.

- Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften. S. 95, 209, 408, 615, 748, 771.
 Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften (Stiftung Heinrich Lanz). S. 95, 209, 407, 580, 748.
 Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 63, 94, 144, 208, 244, 371, 408, 445, 579, 770.
 Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. S. 96, 175, 372, 580, 771.
 Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 13, 30, 94, 144, 174, 210, 244, 371, 408, 445, 735, 746, 772.
 Gießen-Marburger Physikalisches Colloquium. S. 615, 771.
 Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher. S. 211.
 Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg. S. 96, 244, 371, 734.
 Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg. S. 244, 445, 615.
-

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 1.

5. Januar 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Probleme der experimentellen Psychologie. Von Privatdozent Dr. K. Koffka, Giessen, z. Zt. Berlin. S. 1.

Die Entwicklung des Monokels. Von Prof. Dr. M. von Rohr, Jena. S. 5.

Besprechungen:

Hertwig, Oskar, Das Werden der Organismen. Von F. W. Neger. S. 9.

Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Von F. Moewes. S. 10.

Physikalische und technische Mitteilungen:

Ein neues Lagermetall soll sich außerordentlich gut bewährt haben. Kalomelnormalelement. Säurebeständige Legierung als Ersatz für Platin. Ein blauer Kohlenwasserstoff. Verfahren, um Brot auf lange Zeit haltbar zu machen. Ein

Mittel, die Fliegen zu vertreiben. Kleine Quecksilberkügelchen. S. 11-12.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 13.

Zeitschriftenchau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 1916, Bd. 34, H. 7 u. 8. S. 13.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie 1916, Bd. 33, H. 1. S. 15.

Zeitschrift für angewandte Entomologie, 1916, Bd. 3, H. 2. S. 15.

Geographische Zeitschrift, 1916, H. 10. S. 16.

Meteorologische Zeitschrift, 1916, H. 10. S. 16.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die physiologische Sehnenverpflanzung

Von

Prof. Dr. K. Biesalski

und

Dr. L. Mayer

Direktor und leitender Arzt
am Oskar Helene-Heim für Heilung und Erziehung gebrechlicher Kinder in Berlin-Zehlendorf

Wissenschaftlicher Assistent

Mit 270 zum großen Teil farbigen Abbildungen

In Leinwand gebunden Preis M. 36.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Praktische Neurologie für Ärzte

Von

Professor Dr. M. Lewandowsky

in Berlin

Zweite Auflage. Mit 21 Textabbildungen

In Leinwand gebunden Preis M. 10.—

Vor kurzem erschien:

Lehrbuch der Psychiatrie

Von

Dr. E. Bleuler

o. Professor der Psychiatrie an der Universität Zürich

Mit 49 Textabbildungen

Preis M. 12.—; in Leinwand gebunden M. 13.80

Vor kurzem erschien:

Das Augenzittern der Bergleute und Verwandtes

Bericht, vorgelegt der von der preußischen Regierung zur Erforschung des Augenzitterns der Bergleute eingesetzten Kommission

Von

Dr. Joh. Ohm

Augenarzt in Bottrop (Westf.)

Preis M. 15.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

5. Januar 1917.

Heft 1.

Probleme der experimentellen Psychologie.

Von Privatdozent Dr. K. Koffka, Gießen, z. Zt. Berlin.

Spricht man mit einem Physiker über Psychologie, so fallen ihm gewöhnlich zwei Gruppen von Tatsachen ein: die Tatsachen der absoluten Schwelle und der Unterschiedsschwelle mit dem Weber-Fechnerschen Gesetz und die Tatsachen der Assoziation, jene ein Fall der Gesetzlichkeit zwischen physikalischer und psychologischer Welt, diese als Grundgesetzlichkeit der Aufeinanderfolge in der psychologischen Welt. Tatsächlich kennt und verwendet der Physiker eine Reihe weiterer Tatsachen aus dem Gebiet, das man auch *Sinnespsychologie* nennt, das aber gewöhnlich als *Sinnesphysiologie* bezeichnet und daher vom Naturwissenschaftler häufig gar nicht zur Psychologie gezählt wird; in dies umfassende Gebiet gehören ja auch die Tatsachen der Schwellen; wir wollen zur Bezeichnung des gesamten Gebietes von *Wahrnehmungspsychologie* sprechen. Analog gehört der Problemkreis der Assoziation in das umfassendere Gebiet der Gedächtnispsychologie. Auf beiden Gebieten sind in neuerer Zeit wesentliche Fortschritte gemacht worden, die, was Methode, wie was Resultate betrifft, in anderer Richtung liegen als die älteren Ergebnisse der Sinnesphysiologie und Assoziationspsychologie, auf denen im allgemeinen psychologische Kenntnisse und Anschauungen der Physiker beruhen. Wir wollen im folgenden diesen Prozeß verfolgen und versuchen, auf diese Weise den Physiker in die heutige psychologische Forschung einzuführen. So hoffen wir gleichzeitig besser als durch allgemeine Erörterungen den Naturwissenschaftlern zeigen zu können, daß die Psychologie nach naturwissenschaftlicher Methode arbeitet, und wie sie diese Methode ihren Zielen angepaßt, für ihre Zwecke ausgebildet hat.

I.

Die Unterschiedsschwelle.

Wir wählen als erstes Beispiel die Unterschiedsschwelle, weil dies Gebiet dem Physiker besonders nahe liegt. Natürlich haben wir uns in unserer Darstellung auf prägnante Ausschnitte beschränkt, Vollständigkeit in keiner Weise angestrebt.

Die Begriffe der absoluten und der Unterschiedsschwelle sind dem Physiker geläufig. Die Erklärung der absoluten Schwelle bietet ihm auch wenig Schwierigkeit: genau wie jedes physikalische Instrument ein Minimum von Energie verlangt, wenn es einen Ausschlag geben soll, so auch

die Sinnesapparate. Klärt diese Analogie die Intensitätsschwelle, so gibt es auch für die Grenzen des sichtbaren Spektrums und der Tonreihe rein physikalische Analogien: nicht alle Strahlen erzeugen Fluoreszenz, sondern nur solche unter einer bestimmten Wellenlänge.

Sehr viel komplizierter steht es mit der Unterschiedsschwelle. Kann man hier analog sagen: zwei Reize müssen eine Mindestverschiedenheit besitzen, wenn zwei verschiedene Empfindungen entstehen sollen? Die physikalische Analogie kann hier so Hilfe leisten: Ich belaste eine Wagschale mit einem Gewicht, sagen wir mit 1 mg, die Wage wird dann einen Ausschlag geben; in einem zweiten Versuch belaste ich die gleiche Wagschale mit einem Gewicht, das sich von dem ersten um sehr wenig unterscheidet, also mit $1 \text{ mg} + 10^{-n} \text{ mg}$, wobei n beliebig groß genommen werden möge. Der Physiker wird dann sagen: theoretisch gibt die Wage im zweiten Fall einen anderen Ausschlag als im ersten, aber der Unterschied ist bei genügend großem n kleiner als meine Beobachtungsfehler, ich kann ihn also nicht bemerken. Auf die Unterschiedsschwelle übertragen besagt das: unsere versuchsweise aufgestellte Definition ist falsch; zwei Reize müssen eine Mindestverschiedenheit besitzen, nicht damit, wie wir sagten, zwei verschiedene Empfindungen entstehen, sondern damit zwei *als verschieden bemerkbare* Empfindungen entstehen.

Damit ist die Erklärung der Unterschiedsschwelle total anders ausgefallen als die der absoluten Schwelle. Bei dieser lag es so: das Nichtbemerken eines physikalischen Vorgangs wurde durch die Schwelle *erklärt*, der Organismus sprach auf den Reiz nicht an. Bei der Unterschiedsschwelle würde es, wenn man unserer physikalischen Analogie folgt, anders liegen: auch sie soll ja erklären, warum etwas im Physikalischen, diesmal eine Verschiedenheit, nicht bemerkt wird, sie wird nun aber selber wieder dadurch erklärt, daß Empfindungsunterschiede nicht bemerkt werden. Die Frage, warum ein Nichtbemerken stattfindet, ist also bei der absoluten Schwelle vollständig erklärt, bei der Unterschiedsschwelle noch nicht, es scheint hier nur ein Zurückschieben des Problems vorzuliegen.

Trotzdem ist diese Theorie der Unterschiedsschwelle von hervorragenden Psychologen vertreten worden, weil sie ihnen als die allen Tatsachen am besten angepaßte erschien. Das „Bemerken“ wurde dann, da es ja nun nicht nur ein zu erklärendes war, sondern auch ein Erklärungsprinzip wurde, als psychische Funktion angesehen, die sich

am Erscheinungsmaterial, den Tönen, Farben usw., in mehr oder weniger ausgeprägter Weise betätigt (*Stumpf* 23)¹⁾.

Sehen wir uns die Gründe an, die der Vertreter dieser Theorie, der am tiefsten über sie nachgedacht hat, dafür anführt. Im ersten Band seiner Tonpsychologie brachte *Stumpf* (24) eine Reihe von Argumenten, die ihm jede andere Auffassung unmöglich machten. Die wichtigsten davon wollen wir kennen lernen. *Stumpf* argumentiert so: Daß wir uns über Empfindungsunterschiede täuschen können, ist klar; denn bei mangelhafter Aufmerksamkeit erscheinen uns zwei Empfindungen als gleich, die bei gesteigerter Aufmerksamkeit deutlich als verschieden erkannt werden. Müssen wir uns nun auch u. U. über unsere Empfindungen täuschen? Auch diese Frage bejaht *Stumpf*: tatsächlich erscheinen auch bei vollster Aufmerksamkeit zwei Empfindungen als gleich, wenn ihre Reize um ein geringes voneinander verschieden sind; daß die Empfindungen selbst in diesem Falle wirklich gleich sind, dagegen spricht für *Stumpf* nicht nur die Wahrscheinlichkeitsbetrachtung, sondern auch ein sehr schwerwiegendes, berühmt gewordenes Argument. Er sagt: Wären überall dort, wo wir bei höchster Aufmerksamkeit keine Unterschiede mehr erkennen können, auch keine Empfindungsunterschiede mehr vorhanden, so hätte jeder Sinn nur eine Empfindung. Ich beurteile z. B. zwei Töne von 430 und 430,1 v. d. als gleich, weiter solche von 430,1 und 430,2; 430,3 und 430,4 und sofort bis $n - 0,1$ und n . Wären die Tonempfindungen nun wirklich paarweise gleich, so müßten sie auch alle gleich sein, also auch der Ton 430 = dem Ton n (beispielsweise = dem Ton 1000), was aller Erfahrung widerspricht. Daraus folgert *Stumpf*, daß mindestens in einigen paarweisen Vergleichen die Empfindungspaare in Wirklichkeit verschieden sind, daß wir aber diese Verschiedenheit nicht bemerken können, uns also täuschen müssen, weil unser Bemerken so kleinen Unterschieden gegenüber versagt. Würde man, was nahe liegt, die Folgerung auf alle Empfindungspaare ausdehnen, so hätte man sich die Empfindungen als ebenso stetige Reihen zu denken wie die Reize²⁾. Auch für diese Annahme gibt es besondere Beweise: verändern wir einen Reiz mit genügender Geschwindigkeit kontinuierlich, so erleben wir auch eine kontinuierliche Empfindungsänderung; ein Glissando möge als Beispiel dienen. Daß langsame stetige Reizveränderungen sprunghafte Empfindungsveränderungen ergeben, spricht zwar, an sich genommen, gegen die Stetigkeit der Empfindungen, läßt sich aber, ebenso wie die bisher besprochenen Tatsachen der Unter-

schiedsschwelle, durch die Theorie des Nicht-Bemerkens doch mit ihr vereinigen.

Für die Stetigkeit spricht nun noch ein anderes Argument: entsprechen auch langsamen stetigen Reizveränderungen sprunghafte Empfindungsveränderungen, so sind doch die Stellen, an denen die Sprünge stattfinden, nicht festen Punkten der Reizskala zugeordnet, sondern Funktionen des Ausgangspunkts. Dies Verhalten soll Fig. 1 veranschaulichen. Die Abszisse enthält die Reize, von links nach rechts ansteigend, die Ordinate die entsprechenden Empfindungsstärken. Beginne ich den Versuch mit dem Reiz x_1 , so beginnt die Empfindung mit dem Wert y_1 und verharret bei langsamer Reizveränderung auf diesem Wert, bis der Reiz den Wert x_2 erreicht hat, um in diesem Augenblick auf y_2 zu springen, usf. Beginne ich einen zweiten Versuch mit dem Reiz $x_1 + \delta x$, der $> x_1$, aber $< x_2$ ist, so würde die Empfindung, wenn man die Annahme der Diskontinuität macht,

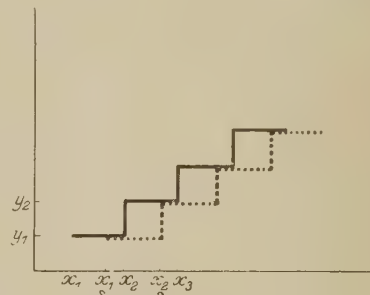


Fig. 1.

wieder, wie gezeichnet, mit dem Wert y_1 beginnen. Tatsächlich springt die Empfindung nun nicht wieder beim Reiz x_2 , sondern erst bei dem größeren Reiz $x_2 + \delta x$ auf ein höheres Niveau über, also an einer Stelle, wo im ersten Versuch kein Sprung stattfand. Daraus folgert man, daß die Annahme der Diskontinuität falsch ist, daß also die dem Reiz $x_1 + \delta x$ entsprechende Empfindung nicht y_1 , sondern $y_1 + \delta y_1$ sein muß.

In dieser Form stammt das Argument von *Ebbinghaus* (6), in einer anderen, prägnanteren, findet es sich bei *G. E. Müller* (19)¹⁾. Wir betrachten wieder Fig. 1 und sehen von der durchbrochen gezeichneten Kurve ab. Es handele sich um eine gewöhnliche Bestimmung der Unterschiedsschwelle. Wählt man den Reiz x_1 als Ausgangspunkt, so wird man als relatives Maß der oberen Unterschiedswelle den Wert $\frac{x_2}{x_1}$ erhalten. Wählt man statt dessen den Wert $x_1 + \delta x$, so wird das Schwellenmaß $= \frac{x_2}{x_1 + \delta x}$, also kleiner sein, und dieser Wert wird sich der 1 um so mehr nähern, je näher der untersuchte Punkt an x_2 heranrückt, um beim Zusammenfallen mit x_2

¹⁾ Die Scheidung des unmittelbar Gegebenen in Erscheinungen und Funktionen ist nicht nur für unser Problem von Belang. *Stumpf* hat sie daher mehrfach, am ausführlichsten in (23) begründet.

²⁾ *Stumpf* läßt die Frage, ob die Empfindungsreihe absolut stetig ist, offen.

¹⁾ Ähnlich hat es *Stumpf* in einer Diskussion mit *Cornelius* auf dem Dritten internationalen Psychologenkongreß in München 1896 ausgesprochen.

vom kleinsten auf den größten Wert $\frac{x_3}{x_2} = \frac{x_2}{x_1}$ zu springen, alles unter der Voraussetzung einer diskontinuierlichen Empfindungsreihe. Die Unterschiedsschwelle müßte also unter dieser Voraussetzung vom Ausgangspunkt abhängig sein und einen diskontinuierlichen Verlauf zeigen, während in Wirklichkeit die relative Unterschiedsschwelle in weitem Umfang vom Ausgangspunkt unabhängig und konstant ist (Webersches Gesetz).

Es liegt uns also eine in sich geschlossene, völlig konsequente Theorie vor. Was dem Physiker als ihr Hauptmangel erscheinen wird, haben wir schon hervorgehoben: absolute und Unterschiedsschwelle werden verschieden erklärt, was G. E. Müller (20) gegenüber Fechner, der die absolute Schwelle im Sinne der Unterschiedsschwelle erklären wollte, ausdrücklich betont. Wir wollen darum zusehen, ob diese Theorie die einzig mögliche ist, und zu diesem Zwecke ihre Beweise prüfen, ob sie nur die eine Auslegung zulassen. Wir beginnen mit dem Hauptargument *Stumpfs*, das wir schematisiert so aussprechen wollen: man kann 3 Reize *A*, *B*, *C* so wählen, daß beim Vergleich von *A* mit *B* und *B* mit *C* Gleichheitsurteile auftreten, beim Vergleich von *A* mit *C* ein Verschiedenheitsurteil. Wenn wir dies Argument genau analysieren, so ist es nicht ganz so einfach: es stützt sich auf 3 Versuche (oder 3 Versuchsreihen), da jede Vergleichung eines Reizpaares in einem gesonderten Versuch stattfindet. Die Reize kann ich in meinen Versuchen praktisch konstant halten, also für alle 3 Konstellationen auch gleich benennen. Die Empfindungen, die mit *a*, *b*, *c* bezeichnet sein sollen, mögen je nach dem Versuch, in dem sie vorkommen, mit Indices versehen werden. Dann läßt sich das Argument in folgender Form darstellen:

$$\begin{array}{ccc} A < B & B < C & A < C \\ a_1 = b_1 & b_2 = c_2 & a_3 = c_3. \end{array}$$

Die obere Zeile ist natürlich widerspruchsfrei, die untere aber auch, solange wir die Indices dazuschreiben. Der Widerspruch, und damit *Stumpfs* Folgerung, a_1 unmerklich $< b_1$; b_2 unmerklich $< c_2$ ¹⁾, kommt erst zustande, wenn wir die Indices fortlassen unter der naheliegenden Annahme, daß $a_1 = a_3$, $b_1 = b_2$, $c_2 = c_3$. Mit dieser Annahme steht und fällt das Argument; das hat *Stumpf* selbst in der erwähnten Diskussion mit *Cornelius* erklärt. Er hält an ihr fest, weil sie ihm einfacher und leistungsfähiger zu sein scheint als jede andere von anderen Theorien zu machende. Diese Annahme wird auch dem Physiker ganz natürlich erscheinen; aber sie bleibt doch eine Annahme, für die, wenigstens vorläufig, keine Erfahrung vorliegt. Wir können sie verallgemeinert folgendermaßen aussprechen: Dem gleichen Einzelreiz entspricht die gleiche

Empfindung. Daß diese Annahme, die in dieser Allgemeinheit von keinem Forscher ernstlich gemacht, auch nirgends ausgesprochen worden ist¹⁾, in der bisherigen Wahrnehmungspsychologie eine ausschlaggebende Rolle bei der Deutung der Resultate gespielt hat, obwohl sie völlig unbewiesen ist, ja dauernd der Verarbeitung neuer Erfahrungen Schwierigkeiten bereitet, hat unlängst W. Köhler (15) an zahlreichen Beispielen dargestellt; er nennt sie die Konstanzannahme.

Diese Konstanzannahme steckt auch schon in dem so einleuchtenden Hinweis *Stumpfs*, daß wir uns über Empfindungen täuschen können, sobald wir nicht genügend aufmerken. Denn als Beobachtungstatsache liegt wieder nur folgendes vor: Versuch 1: Beobachtung a_1 , Gleichheit zweier Empfindungen bei mangelhafter Aufmerksamkeit b_1 ; Versuch 2: Beobachtung a_2 , Verschiedenheit zweier Empfindungen bei angespannter Aufmerksamkeit b_2 , wobei die den Empfindungen entsprechenden Reize in beiden Fällen die gleichen sind. *Stumpf* setzt nun wieder $a_1 = a_2$, anders ausgedrückt, er läßt über die Gegebenheit im Versuch 1 die Beobachtung im Versuch 2 entscheiden, weil hier „bessere“ Beobachtungsbedingungen vorliegen. Er darf dies aber nur, wenn *a* eine Funktion nur des Reizes, von allen andern Bedingungen *b*, wie Aufmerksamkeit, aber unabhängig ist, d. h. wenn in diesem Fall die Konstanzannahme gilt.

Sobald wir diese Annahme aufgeben, fällt die Stringenz der *Stumpfschen* Argumente. Es braucht nur noch anerkannt zu werden, daß wir uns über die Unterschiede zweier Reize, nicht aber mehr auch zweier Empfindungen täuschen können; wir haben vielmehr die andere Möglichkeit, daß wir uns unter bestimmten Umständen über die Unterschiede zweier Reize täuschen, weil unter diesen Umständen die zwei Empfindungen keinen Unterschied besitzen.

Den ersten Schritt in dieser Richtung hat G. E. Müller (20, 21) getan. Er hält, wie wir wissen, an der Stetigkeit der Empfindungen fest, unterscheidet auch, wie *Stumpf*, zwischen der bloßen Verschiedenheit zweier Empfindungen und dem Bewußtsein dieser Verschiedenheit. Nur genügt ihm das „Bemerken“ nicht zur Erklärung der Unterschiedsschwelle wegen der prägnant falschen Urteile; legt man nämlich einem Beobachter wiederholt die gleichen zwei Reize *A* und *B* vor, von denen *A* ein wenig kleiner ist als *B*, so erhält man drei Arten von Urteilen: außer dem richtigen $a < b$ und dem Gleichheitsurteil $a = b$ auch das falsche $a > b$. Der zweite Fall ist durch die Theorie des Nichtbemerkens erklärt, der dritte nicht. Ihm zuliebe bringt Müller an der Konstanzannahme eine Modifikation an; an sich zwar wirkt auch nach seiner Anschauung der gleiche Reiz immer

¹⁾ Bei nur 3 Reizen muß auch *Stumpf* die Verschiedenheit aller Reizpaare folgern.

¹⁾ Diese Einschränkung gilt besonders auch für *Stumpf*, der vielfach der Erfahrung, ja auch dem Willen, einen Einfluß auf die Empfindung zugesteht.

in derselben Weise, aber der untersuchte Reiz wirkt nie allein, es treten zufällige äußere und innere Vorgänge hinzu, die auf die Empfindung, oder doch auf unsere Auffassung verändernd einwirken, so daß schließlich, wenigstens für unsere Auffassung, dem gleichen Reiz A eine Mannigfaltigkeit von Empfindungen $a_1 - a_n$ entspricht. *G. E. Müller* unterscheidet 4 Arten solcher Einflüsse: sie können liegen 1. im Reiz selbst, 2. im Sinnesorgan, 3. in der allgemeinen Erregbarkeit, 4. in der Aufmerksamkeit. Die zahlreichen möglichen Einflüsse denkt er sich dann in „dem zufälligen Fehlervorgang“ vereinigt, ein Verfahren, das wieder dem Denken des Naturforschers sehr nahe liegt.

Prinzipiell ist damit an der Auffassung *Stumpfs* noch nichts geändert. Vor allem ist der Müllerschen und der Stumpfschen Anschauung gemeinsam, daß jeder Reiz für sich betrachtet wird, unabhängig von dem mit ihm zum Vergleich gebotenen. Dabei haben *Stumpf* und *Müller* in zahlreichen Einzelarbeiten sehr eingehend den Einfluß verschiedener Konstellationen auf das „Urteil“ untersucht und damit auch für andere Theoriebildung wertvolles Material geliefert.

Einen größeren Schritt in Richtung auf die Loslösung von der Konstanzannahme tut *Ebbinghaus* (6), der dabei auch noch an der Stetigkeit der Empfindungen festhält. Bietet man zwei wenig verschiedene Reize nacheinander dar, so können diesen zwei gleiche Empfindungen entsprechen, weil die erste nervöse Erregung eine gewisse Beharrungstendenz besitzt, so daß der zweite, nur wenig verschiedene Reiz nicht imstande ist, eine andere als diese Erregung hervorzurufen. Analog erklärt *Ebbinghaus* die sprunghafte Empfindungsveränderung bei langsamer stetiger Reizveränderung durch eine Art innerer Reibung. Nicht erklärt ist die Unterschiedsschwelle bei gleichzeitiger Darbietung der Reize, aber es ist ein neues Prinzip in die Erklärung eingeführt, das sich auch auf diesen Fall übertragen lassen: es wird nicht mehr jeder Reiz für sich betrachtet, sondern die Reize in ihrer Konstellation; es ist für den zweiten Reiz nicht gleichgültig, was für ein erster vorangegangen ist.

Wieder einen Schritt weiter geht *Cornelius* (5), der den Begriff der unbemerkbaren Unterschiede verwirft, weil er ein Merkmal enthält, das seiner Natur nach nicht auf vorgefundene oder jemals vorfindbare Tatsachen Anwendung finden kann. Er löst die Stumpfsche Paradoxie so, wie wir es oben angegeben haben: es ist nicht wahr, daß $a_1 = a_3$ usw. ist, ein Reiz A mit einem Reiz B zusammen ergibt eine andere Empfindung als der gleiche Reiz A mit dem Reiz C zusammen. Man hat daher gar keinen Anlaß, die Tatsache der Unterschiedsschwelle nicht als Empfindungstatsache anzusehen, d. h. man muß annehmen, daß die Empfindungen nicht eine stetige Reihe bilden. *Cornelius* benutzt daher auch die Tatsache der sprunghaften Empfindungsänderung in diesem

Sinn, er muß sich nur mit den beiden Beweisen für die Stetigkeit auseinandersetzen. Beides gelingt ihm vollkommen. Der Eindruck des Glissando ist nicht dasselbe, so sagt er mit Recht, wie das sukzessive Vorhandensein einer stetig angeordneten Empfindungsmannigfaltigkeit, dieses Veränderungserlebnis ist ebenso ein Erlebnis sui generis, wie das des Sehens von Bewegungen. Aus dem gleichen Grunde hatte schon *Stumpf* (24) den Schluß auf die Stetigkeit der Empfindungsreihe aus der Tatsache eines stetigen Übergangserlebnisses abgelehnt. Neuerdings hat wieder *Max Wertheimer* (25) gezeigt, daß beim Sehen von Bewegungen (speziell bei kinematographischer Darbietung) keineswegs das bewegte Ding in allen Zwischenlagen gesehen zu werden braucht. Bewegung ist psychologisch ein Inhalt besonderer Art, nicht zu ersetzen durch stetige Aufeinanderfolge verschiedener Ortsbestimmtheiten.

Auch mit *G. E. Müllers* Einwand wird *Cornelius* leicht fertig, dadurch, daß er den Umfang in der Beziehung zwischen Reiz und Empfindung erweitert. In Fig. 2 ist sein Schema (ausge-



Fig. 2.

zogen) und das *Müllers* (punktiert) veranschaulicht. Wie in der von *Müller* bekämpften Figur liegen die Empfindungen unstetig übereinander, aber während sich dort die Empfindungsschichten in Richtung der Abszissenachse ablösen, überdecken hier die einzelnen Schichten einander, da ja dem gleichen Reiz verschiedene Empfindungen, verschiedenen Reizen gleiche Empfindungen entsprechen können. Ist die Schwelle auch hier wieder durch die Länge der gestrichelten Horizontalstufen ausdrückbar, so entsteht die Paradoxie, daß für den Reiz x_n die Unterschiedsschwelle wesentlich kleiner sein müßte als für den Reiz x_m , nicht mehr, denn die Empfindung von x_o , die von der von x_m überschwellig verschieden ist, und nach dem alten Schema auch von der von x_n überschwellig verschieden sein müßte, kann jetzt wegen der Mehrdeutigkeit in der Beziehung Reiz—Empfindung sehr wohl gleich der Empfindung von x_1 ausfallen, x_1 liegt also innerhalb der Unterschiedsschwelle von x_n . Die Mehrdeutigkeit verlangt ein bestimmendes Moment, welche von den möglichen Empfindungen bei einem Reiz nun wirklich eintreten soll (unser Diagramm ist willkürlich so gezeichnet, daß jedem

Reiz drei verschiedene Empfindungen entsprechen). *Cornelius* sucht dies in der vorgängigen Richtung der Aufmerksamkeit; er weist darauf hin, daß die Sprünge, die die Empfindung bei langsamer stetiger Reizveränderung macht, an verschiedenen Stellen stattfinden, je nachdem, in welcher Richtung die Reizveränderung erfolgt (ob aufsteigend oder absteigend).

(Schluß folgt.)

Die Entwicklung des Monokels.

Von Prof. Dr. M. von Rohr, Jena.

Man kann nicht sagen, daß die eigentümliche Sitte, das Einglas zu tragen, ganz unbemerkt geblieben sei; um nur einige Namen zu nennen, haben *E. H. Oppenheimer* und der englische Brillenhistoriker *G. H. Oliver*¹⁾ auf ähnliche Aufgaben hingewiesen. Dieser ließ es bei der Stellung des Problems bewenden, *Oppenheimer* aber hat wenigstens die schon früh — so im Grimmschen Wörterbuch der deutschen Sprache unter Brille — bekanntgewordene Abneigung *Goethes* gegen das Brillentragen in kleinen Mitteilungen besprochen. Ich möchte dieser Aufgabe weiter nachgehen und werde dabei besonderes Gewicht darauf zu legen haben, auseinander zu halten, was sicher feststeht, und was zur Erklärung für eine ziemlich ferne Zeit angenommen wird. Die Möglichkeit liegt ja immerhin vor, daß man die Ansichten und Meinungen eines späteren Abschnitts zu weit zurückverlegt und dadurch einen Anachronismus zustande bringt.

So alt die Brille auch ist, so hat es sich bei ihr zunächst überwiegend um Hilfsmittel für presbyopisch gewordene Emmetropen gehandelt, für den Myopen ist lange Zeit nichts geschehen. Der Fall des mit einem einzelnen Handglas bewaffneten kurzsichtigen Papstes *Leo X.*, wie er von *Rafael* gemalt worden ist, soll hier außer acht bleiben. Auch wenn man zugibt, daß die zerstreute Wirkung des Handglases durch das Gemälde über allen Zweifel hinaus sichergestellt ist, ist doch zu jener Zeit kaum an eine weitere Verbreitung dieser Form der Augenhilfe zu denken, und dieselbe Bemerkung kann man zu den 1604 von *J. Kepler* erwähnten Brillen für Myopen machen. Sie scheinen für beide Augen bestimmt gewesen zu sein, aber man weiß nicht, wie sie ausgesehen haben, und kann auch nur annehmen, daß es sich dabei um vereinzelte Versuche eines besonders weit vorgeschrittenen Theoretikers gehandelt habe.

Beim Übergang in das 18. Jahrhundert steht es aber anders. Wahrscheinlich durch die emsige Tätigkeit der Brillenoptiker in den westlichen Hauptstädten Paris und London war wenigstens etwas für die Myopen geschehen. Aus dem Bericht des Coburger Pfarrers *Conrady* von 1710 und dem

Preisverzeichnis des Berliner Optikers *J. M. Dobler* von 1719 ist bekannt, daß damals Myopen ein gestieltes Handglas benutzten, das in Deutschland „Fernglas“ genannt wurde und diesen Namen bis in das 19. Jahrhundert hinein behielt. Analog mit „Leseglas“ gebildet, steht der Name als ein Zeichen dafür, daß es sich um ein Einzelglas gehandelt hat. Die Fassung zeigte damals wohl immer einen Stiel, der häufig mit einer Öse versehen war, um das Glas um den Hals gehängt leicht mit sich führen zu können. Dieser Name Fernglas für Handglas Kurzsichtiger hielt sich in der Optikersprache genauer bis in das dritte Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts hinein. Wann die Gleichung Fernglas = Fernrohr für die Fachleute gültig wird, vermag ich noch nicht zu sagen. Man wird annehmen können, daß sie allgemeiner erst zu einer Zeit in Gebrauch kam, wo korrigierende Brillen und Kneifer dem alten einfachen Handglas Kurzsichtiger völlig den Garaus gemacht hatten. Die Bezeichnung im Französischen hat eine gewisse weitere Bedeutung für diese Hilfsmittel.

Sie ist nicht leicht festzustellen. In der Literatur scheint bis in das erste Viertel des 18. Jahrhunderts der Ausdruck *lorgnette* für das einzelne Hand- und Stielglas zu gelten. Der als Verfertiger und Verkäufer sicherlich besonders zuständige Optiker *M. Thomin* nennt dieses Instrument 1746 *lanstier* und 1749 *lancetier* — ein Ausdruck, der seit 1725 nachgewiesen ist —, und äußert sich zu seinem Gebrauch in einer Weise, auf die noch zurückzukommen sein wird. Mir ist die Etymologie dieses von französischen Fachleuten noch in diesem Jahrhundert benutzten Fachausdruckes unklar. Später, im letzten Drittel des 18. Jahrhunderts oder etwas vorher, erscheinen in der Optikersprache die Einzelgläser als *monocle*, während sich *lunette d'approche*, *lunette d'opéra* und viel später *lorgnette de campagne* auf das kleine ebenfalls als Handglas verwandte holländische Einzelrohr bezieht, wobei aber leider gelegentlich der unterscheidende Zusatz fortbleibt. Wann sich diese neuere Einrichtung neben das einfache Handglas einschiebt, ist sehr schwer zu entscheiden. *Dobler* spricht von diesen Einrichtungen 1719 noch nicht, während sie *Thomin* 1746 sehr wohl bekannt sind. Es liegt nahe, mit *H. Erggelet* das Auftreten der holländischen Einzelrohre zur Korrektur eines myopischen Auges auf das Jahr 1730 zu verlegen, wofür eine Stelle bei *Challume* zu sprechen scheint. Leider ist mir diese Darstellung der Moden auch bei meinem letzten Studienaufenthalt in Berlin nicht zugänglich geworden, und eine kritische Nachprüfung des Originals könnte möglicherweise bessere Schlüsse ziehen als jener von *Erggelet* benutzte englische Bearbeiter, der allem Anscheine nach eine viel spätere Erscheinung, das Binocle oder die Lorgnette für beide Augen, in die 30er Jahre des 18. Jahrhunderts verlegt. Vielleicht, wenn auch weniger wahrscheinlich, hat man auch an die Möglichkeit zu denken, daß es sich um einfache Hand-

1) *Oliver, G. H.*, On the history of the invention and discovery of spectacles. The Brit. Med. Journ. 1913, II, 1049—54. (25. X.)

gläser mit besonders prächtig verzierter Fassung zum Einschlagen gehandelt habe. Solche Einschlaglorgnetten konnten dann leicht in der Tasche mitgeführt werden und scheinen in der Regel ohne Öse ausgeführt worden zu sein. Gute Abbildungen solcher Lorgnetten hat *R. Greeff* in seinem Aufsatz gegeben, der in dieser Zeitschrift 1915, 3, 294 besprochen worden ist. Es ist möglich, daß diese auf den Goldarbeiter zurückgehende Neuerung damals, 1730, ein so großes Aufsehen machte, daß sie dem Geschichtsschreiber der Mode auffiel. Welche von beiden Deutungen richtig ist, läßt sich vorläufig noch nicht mit Sicherheit entscheiden; ich würde mich an *Erggelet* anschließen.

Zusammenfassend kann man sagen, in dem ersten Drittel des 18. Jahrhunderts hatte ein der Gesellschaft angehöriger Myop nur die Möglichkeit, seine Refraktion für ein Auge durch ein gestieltes Handglas oder ein Einschlagglas zu korrigieren. Er konnte seine Wahl zunächst auf ein einfaches Brillenglas (*lorgnette*, *lancetier*, *monocle*) richten. Zu diesem Aushilfsmittel, das er nicht billigt, bemerkt 1749 *M. Thomin* (251), „man bilde sich ein, daß die gewöhnlichen Brillen, ein altes Aussehen verliehen und eine gewisse Lächerlichkeit auf die Person ihrer Träger würfen; während im Gegensatz dazu die Eingläser einmal nicht mit ähnlichen Nachteilen behaftet seien und ferner mit Anmut benutzt werden könnten.“ Später konnte solch ein Myop ein holländisches Handfernrohr (*lunette d'approche*, *d'opéra*, *lorgnette de campagne*, *lorgnette*) verwenden, wobei dieses, wie schon die anfänglich angeführten Namen besagen, für fernere Gegenstände benutzt wurde. Korrigierende Brillen kommen für Kurzsichtige in der Regel noch nicht vor und das Thominsche Muster ist wohl als ziemlich seltene Ausnahme anzusehen. Wie weit in der Gesellschaft das Brillentragen verpönt war, kann man aus einer Äußerung des Arztes *Guérin* aus dem 18. Jahrhundert entnehmen: „Zerstreuende Gläser werden auf verschiedene Weisen angebracht: ich habe solche gesehen im Winkel der Hutkrempe und andere in einem Finger-ring. Sie dienen gewöhnlich als Deckel für ein kleines Gemälde; es genügt, auf eine Feder zu drücken, dann richten sich diese Gläser auf, und der Myop kann sich ihrer bedienen.“ Die sorgfältige Haartracht jener Zeit sprach ja entschieden gegen die Brillenfedern, und es mag damit zusammenhängen, daß korrigierende Ohrenbrillen erst zu einer Zeit auftreten, wo sich die Haartracht wesentlich vereinfacht hatte.

Nimmt man nun an, daß es im 18. Jahrhundert als unschicklich galt, jemand aus der Gesellschaft mit der Lorgnette zu betrachten, so kann man damit etwa zu folgender Erklärung kommen. Der aristokratische Myop benutzte eben eines der beiden genannten Arten von Handgläsern, von denen uns genügend Stücke in prächtiger Fassung erhalten sind, aber, um nicht etwa alt zu erscheinen, immer nur gleichsam verstohlen und

nicht etwa beim Gespräch, ganz bestimmt nicht zur Betrachtung eines anderen Gliedes der Gesellschaft. Zu diesem Zwecke wurde es, wie Porträts zeigen, von manchen an einem Bande um den Hals getragen, so daß man es sofort fallen lassen konnte.

Diese Auffassung wäre noch durch Gemälde aus dem 18. Jahrhundert zu stützen; ich erinnere mich wohl gut einiger Porträts aus dieser Zeit, wo das Einglas als Hänger vorkommt, kann aber augenblicklich Maler und Ort nicht angeben. Indessen sollte darauf von anderen, denen größere Gemäldesammlungen aus dieser Zeit bequemer zugänglich sind, noch mehr geachtet werden. Auch die schöne Literatur jener Zeit ist nach dieser Richtung noch nicht genügend durchforscht. Augenblicklich spricht für eine solche Sitte die ungemein deutliche Abneigung des alten *Goethe* gegen Brillenträger, und man kann doch wohl daran denken, daß er, der myopisch war und als sehr junger Mann in die Hofreise kam, gerade in diesem Punkt die herrschende Sitte angenommen hatte und sich ihr dauernd fügte. Die Gelegenheit, sich hierzu auszusprechen, kam mit dem Anfang des 19. Jahrhunderts, wo sich allmählich die korrigierenden Ohrenbrillen einstellten. Hierher gehört zunächst das Gedicht „Feindseliger Blick“²⁾, worin er seiner persönlichen Abneigung sehr entschieden Ausdruck gibt. Ihm machte der Brillenträger den Eindruck eines Maskierten oder eines Spähers, während er selbst trotz ausgesprochener Kurzsichtigkeit die Verwendung eines Glases in der Gesellschaft verschmähte. Auch in den Sprüchen in Prosa³⁾ findet sich ein sehr entschiedener Hinweis, wonach Frauen namentlich den damals aufkommenden Brauch, im geselligen Verkehr ein solches Hilfsmittel zu benutzen, stark als Unschicklichkeit tadelten. Der gleiche Satz findet sich wohl ursprünglich in den 1809 erschienenen Wahlverwandtschaften⁴⁾ in Ottiliens Tagebuch mit einer ganz geringen Änderung gegen die vorher angeführte Stelle.

Aus den Äußerungen einiger Mediziner wie *Beer* und *Bernstein* könnte man Ähnliches folgern. Sie sollen hier nicht angeführt werden, denn einmal sind deren Schriften nur zum Teil früher, 1804 bzw. 1819, veröffentlicht worden, und ferner vermögen die Verfasser sicherlich nicht Anspruch darauf zu erheben, die Kreise der vornehmen Gesellschaft so gut zu kennen wie *Goethe*.

Die erste Abweichung von dem Einglas scheint mit der Doppellorgnette und auch wieder in Frankreich zuerst aufgetreten zu sein. Allem Anschein nach wird dieses verhältnismäßig simpel aus der einfachen Lorgnette zu entwickelnde Instrument in der Revolutionszeit in den Handel gebracht und spielte in dem geselligen Treiben, wie es sich unmittelbar nach dem Sturz *Robespierres*

²⁾ In der Cottaschen Ausgabe der sämtlichen Werke vom Jahre 1840, 2, 266/7.

³⁾ a. a. O. 3, 212.

⁴⁾ a. a. O. 15, 197.

einstellte, in den Händen der jungen Stutzer eine ziemliche Rolle.

Es ist verständlich, daß diese Neuerung in der alten Gesellschaft zunächst keine Aufnahme fand, und man wird daran denken können, zur Prüfung dieser Auffassung auf den Wiener Kongreß zurückzugehen, wo die alte vor- und antirevolutionäre Gesellschaft noch einmal auftrat. Daß der alten Gesellschaftssitte ein allgemein anerkannter ästhetischer Reiz inne wohnte, weiß man namentlich aus der Stellung, die Napoleon I. in Fragen einnahm, wo die Etikette eine Rolle spielte, und der gewaltige Einfluß des alten Brauchs hat möglicherweise auch für unser bescheidenes Thema eine Rolle gespielt.

Noch etwas früher, 1813, findet sich aber bei dem ziemlich wichtigen Londoner Optiker *W. Jones* nach der Anführung der alten Handgläser die folgende Geschäftsanzeige, die hier in ihrem ursprünglichen Wortlaut mitgeteilt sei.

„Single concave or convex	£	s	d	M.
„eye-glasses, mounted in Silver				
„ring frames	—	6	—	6,—
„ditto in gold frames				
„from 1 6 — [26,60 M.] to . .	2	12	6	54,—
„A new contrived folding-				
„joint do. to answer as a				
„single, or spectacle-like hand-				
„frame, in silver	1	4	—	24,—
„ditto, in gold from 3				
„3 — [64,50 M.] to“	5	5	—	107,—

Ich möchte bei den ersten hier mitgeteilten Zeilen der Anzeige an ein frühes Auftreten des heutigen Einglases denken, das zuerst mit einer ringartigen, silbernen oder goldenen Fassung versehen wurde. Gleichzeitig wurde ein gelenkter Handgriff angeboten, mit dessen Hilfe die neue Form wie das altbekannte Handglas benutzt werden konnte. Aus den Preisen geht hervor, daß nur gut gestellte Käufer in Betracht kamen. Ob dies wirklich das erste Auftreten dieser Anzeige überhaupt ist, kann ich auf Grund der mir zugänglichen Literatur nicht entscheiden. Möglich wäre es ja, daß man sie bei sorgfältigem Nachsuchen in London noch in früheren Schriften findet. Man kann wahrscheinlich *W. Kitchiners* Anspielung auf die in einen modischen Ring gefaßten Eingläser und den dagegen ausgesprochenen ironischen Tadel auf den Brauch, sie durch den Schließmuskel festzuhalten, beziehen, doch ist die Beschreibung von 1824 nicht so deutlich, daß nicht allenfalls auch die älteren gestielten Handgläser gemeint sein könnten.

Um aber auf den Wiener Kongreß zurückzukommen, so geht es auf die Erinnerungen des Grafen *A. de la Garde*⁵⁾ zurück, daß das durch den Schließmuskel festgehaltene Einglas auf dem

Wiener Kongreß, also 1814/15, und zwar von dem Holländer *J. Borel* erfunden worden sei: „Obgleich er einen lebhaften, gebildeten Geist besitzt, hat *Borel* niemals irgend etwas erfunden. „Aber doch, ich irre mich: er hat die Möglichkeit „gefunden, seine Schildpattlorgnette in der „Augenhöhle festzuhalten. Erhabene Entdeckung, „bewunderungswürdige Mode, die alle unsere „jungen Leute nachahmen wollen vermöge einer „Zusammenziehung der Muskeln, welche der „Grimasse sehr nahe kommt.“

Wie sich die beiden Nachweise zueinander verhalten, ist heute schwer zu beurteilen. Eine Abhängigkeit der Borelschen Erfindung von der Jonesischen scheint mir nicht notwendig daraus hervorzugehen; andererseits ist aber *de la Garde* kein einwandfreier Zeuge, und es ist für den hier verfolgten Zweck sehr bedauerlich, daß seine Erinnerungen erst 1843 erschienen, also zu einer Zeit, wo der heutige Gebrauch des Einglases in vollem Gebrauch stand.

Schwierig war die Erfindung ja nicht, die Ableitung aus einem — kurzgestielten — Handglas ist ohne weiteres gegeben, und zum Überfluß ist aus dem Anfang des 18. Jahrhunderts bekannt⁶⁾, daß gelegentlich Gelehrte, wie der bedeutende Kunstkennner *Philipp von Stosch*, um 1727 ihr Handglas so benutzten, um — etwa wie er beim Betrachten von Münzen und geschnittenen Steinen — beide Hände frei zu haben; war doch auch das Einkneifen einer Lupe bei Kupferstechern damals bekannt genug. Warum das Einglas im heutigen Sinne nicht schon damals, sondern erst um 1815 herum aufgenommen wurde, darüber kann man nur die Vermutung äußern, daß man im 18. Jahrhundert wohl ein größeres Gewicht auf Anmut und Zierlichkeit gelegt habe als zur Zeit des Wiener Kongresses. Vielleicht macht sich hier auch schon ein Übergang der Führung auf dem Brillengebiet von Frankreich nach England geltend, wie er für die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts aus mancherlei Anzeichen gefolgert werden könnte.

Aufgenommen aber wurde das Einglas damals und zwar ganz bewußt als ein Instrument der vornehmen Kreise. Die oben angegebenen Regeln ließen sich mit dem neuen Hilfsmittel auf das beste beobachten. Schon wegen der bei einiger-

⁵⁾ Hier aufgeführt nach Graf *de la Garde*, Gemälde des Wiener Kongresses 1814—1815, Erinnerungen, Feste, Sittenschilderungen, Anekdoten, 2. Auflage, München, Georg Müller, 1914, 2 Bde. Herausgegeben von *G. Gugitz*, B.I. I, S. 288.

⁶⁾ In seinem umfangreichen Werke *Neueste Reise durch Deutschland, Böhmen u. s. w. Hannover*, N. Försters und Sohns Erben, 1740. S. 649 im XLVIII. Brief teilt *J. G. Keyßler* über *Ph. von Stosch* u. a. folgendes mit: „Wegen seiner blöden Augen bedient er sich „eines Fernglases, so mit einem dünnen Kettgen am „Rocke bevestiget ist. Die Haut um sein Aug ist also „gewöhnnet, daß sie sich vest um dieses Glas schliesset, „und er nicht nöthig hat, solches mit den Händen daran „zu halten.“ Aus dem ganzen Bericht, der auf *Keyßlers* Reise vom Jahre 1727 abgefaßt worden ist, geht hervor, daß der damals 36jährige Sonderling wie ein Einsiedler lebte und sich um den Eindruck, den er auf die Umgebung machte, garnicht kümmerte. Damals hat sein Beispiel sicher nicht zur Nachahmung aufgefordert.

maßen hoher Kurzsichtigkeit herbeigeführten Anisometropie wird man es nicht dauernd getragen haben, bei der Vorstellung jedenfalls ließ man es sofort „niederschneiden“, und schließlich war es Presbyopen ebenso bequem für den Gebrauch beider Hände wie *Ph. von Stosch* um das Jahr 1727.

Es wurde also um 1815 herum in allen Ländern von der hohen Gesellschaft und ihren Nachahmern aufgenommen, und das Bändchen, an dem die alte Lorgnette und das neue Einglas getragen wurden, bekam allmählich auch an den Kneifern das Bürgerrecht, obwohl man früher bei der alten Kneiferform, den Klemmbrillen, also eigentlichen und auch nur am Arbeitsplatze getragenen Arbeitsbrillen, nie daran gedacht hatte, sie dem Benutzer anzubinden. Wie sich aus dem hier nicht abgedruckten ersten Teil der Anzeige bei *W. Jones* und aus der schönen Sammlung des englischen Optikers *M. W. Dunscombe* ergibt, fehlen im Anfang des 19. Jahrhunderts die alten gestielten, mit Ösen versehenen Handgläser auch nicht vollständig.

Über die Aufnahme des Einglases in England und Deutschland ist man einigermaßen unterrichtet, und ich zweifle keinen Augenblick daran, daß jemand, der in der in Betracht kommenden französischen Literatur wirklich bewandert ist, vielleicht gerade dort zahlreiche Belegstellen für die Aufnahme des neuen Hilfsmittels finden könnte.

Das heraufkommende Bürgertum wandte sich sofort gegen diesen so auffälligen aristokratischen Brauch, den das Offizierkorps seiner damaligen Zusammensetzung entsprechend in hohem Maße übernommen hatte, und da die jüngeren Schriftsteller doch hauptsächlich dem neuen, aufstrebenden Stande angehörten, so ziehen sie denn auch ordentlich vom Leder und greifen die mißliebige Sitte bald geistreich und bald schaal, jedenfalls aber gesinnungstüchtig an. Künstlerisch weit höher stehend benützt in seinem prächtigen Realismus *Dickens* dieses Mittel zur Charakterisierung seiner Personen, und ich brauche nur an das Einglas *Micawbers* oder gar *Clarence Barnacles*, an das doppelte Leseglas des Advokaten in *Little Dorrit* oder *Sir Leicester Dedlocks* und schließlich an die Brille *Tulkinghorns* zu erinnern, um zu belegen, wie meisterhaft er sich auch der verschiedenen Formen des Augenglases zur vollständigen Kennzeichnung der Träger bediente.

Das Einglas aber hielt sich aller Ablehnung der Ärzte und allem höhnenden Widerspruch zum Trotz, und wir besitzen in verschiedenen Aufsätzen der englischen Fachzeitschrift *The Optician*⁷⁾ ein Zeugnis dafür, wie sehr weit es in

England um den Ausgang des 19. Jahrhunderts verbreitet war. Einen Versuch, es aus der englischen Armee verschwinden zu lassen, hat der bekannte Lord *Kitchener* im 20. Jahrhundert gemacht. Es ist hier nicht zu untersuchen, inwieweit ein solch allgemeiner Befehl erziehlisch auf ein Offizierkorps wirken kann, aber jedenfalls ist es nicht wahrscheinlich, daß dadurch in den höheren Gesellschaftsschichten Englands eine so tief gewurzelte, vielleicht etwas atavistische Sitte ausgerottet werden wird.

Allmählich fand übrigens auch die Doppel-lorgnette außerhalb der Stutzerkreise mehr und mehr Beachtung. Bereits 1800 wird sie in Leipzig angeboten, was bei der Eigenschaft Leipzigs als Meßort für ihre Verbreitung sehr wichtig ist, und daß an ihrer Vollendung gearbeitet wurde, sieht man aus dem englischen Patent *Britell Bates* vom Jahre 1826, in dem die uns heute wohlbekannte Springlorgnette beschrieben wird. Daß von ihr bald in Ländern ohne Patentschutz unberechtigte Nachahmungen entstanden, spricht nur für die Güte der Lösung, die eben in dieser unerwünschten Weise anerkannt wurde.

Die Doppellorgnetten wurden in Deutschland bald einfach als Lorgnetten oder Lunetten bezeichnet, so daß das Wort wieder eine Bedeutungsveränderung durchgemacht hat. Das war möglich, weil damals eben die alte Lorgnette als Handglas Kurzsichtiger verschwunden und die *lorgnette de campagne* zu einem verhältnismäßig seltenen Hilfsmittel von Amblyopen herabgesunken war. Diese neuen Hilfsmittel sind wohl von der guten Gesellschaft etwa zwischen den zwanziger und dreißiger Jahren aufgenommen worden. Sie kamen den obigen Forderungen, des gelegentlichen Tragens und der leichten Absetzbarkeit entgegen und scheinen immer mehr namentlich bei der aristokratischen oder sich aristokratisch gebenden Damenwelt in Aufnahme gekommen zu sein. Übrigens erscheint die Doppellorgnette in den 50er und 60er Jahren gelegentlich auch bei dem starken Geschlecht. Man braucht nur an die politischen Spottbilder aus der Konfliktszeit zu denken, auf denen *Bismarck* mehrfach lorgnetzierend dargestellt wurde, immer um — möglicherweise dem Zeichner nicht klar bewußt — gesinnungstüchtig den sprechenden Eindruck eines hochmütigen, junkerhaften Gebarens zu erwecken.

Auch der Kneifer wurde ähnlich gewertet. Wann er entwickelt wurde, und wie er sich zu der alten Klemmbrille verhielt, ist mir genauer noch nicht bekannt. Der englische Arzt *Kitchiner* scheint ihn 1824 noch nicht zu erwähnen, da aber in den 40er Jahren bereits Patente auf Glasklemmer nachgesucht zu werden scheinen, so wird der einfachere Fassungsklemmer wohl merklich früher, vielleicht verhältnismäßig bald nach dem Datum des *Kitchinerschen* Buches auftreten.

In der Wertung der Gesellschaft gilt er bis auf unsere Zeit für vornehmer als die Ohren-

7) Namentlich wohl 1896/97, 12, 144 (26. XI.) Wenn dort die Meinung erwähnt wird, es sei von englischen Offizieren zur Umgehung eines Brillenverbots erfunden worden, so ist eine Erinnerung an den Urheber der Jonesischen Neuerung nicht ausgeschlossen; bedenkllich aber bleibt die Abwesenheit aller Einzelheiten.

brille. Auch das Offizierkorps bevorzugte ihn, wenn beide Augen unterstützt werden mußten, vor ihr. So fiel in der Mitte des vorigen Jahrhunderts der hochgradig myopische *August von Göben* allgemein durch seine Brille auf. Man erkennt übrigens auch, daß der Auffassung der Gesellschaft über die leichte Entfernbarkeit bei dem Kneifer Rechnung getragen war, und die in Deutschland weit verbreitete Sitte, bei der Vorstellung den Klemmer abzunehmen, ist wohl aufzufassen noch als ein Rest jener alten, im 18. Jahrhundert begründeten Vorschrift, den Gleichstehenden nicht durch ein Glas zu betrachten.

Möglicherweise stammt daher auch mit das Vorurteil gegen das Brillentragen, das man heute noch in den Kreisen der alten Familien verbreitet findet, und unter dem ich als myopisches Kind sehr gelitten habe. Auch ein Rest jenes alten, heute von den Ophthalmologen längst aufgegebenen Vorurteils der Ärzte mag dahinter stecken, die sich früher gegen das ständige Tragen einer Brille erklärten. Daß die Heranziehung solcher unbewußten, ja atavistischen Gründe nicht ohne weiteres abzulehnen ist, mag man aus dem Umstande schließen, daß in Amerika, auch hier dem Lande ohne die „verfallenen Schlösser“ und ohne „unnützes Erinnern“, das Tragen einer Brille nicht gegen das Schönheitsideal zu streiten scheint.

Es ist ja zu hoffen, daß allmählich ein richtigeres Verständnis für die Hilfe, die man von einer richtig bestimmten und richtig angepaßten Brille erwarten darf, über die gesellschaftlichen Vorurteile die Oberhand gewinnen wird, aber so sehr leicht sollte man sich diesen Streit doch nicht vorstellen.

Besprechungen.

Hertwig, Oskar, Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von *Darwins* Zufalls-Theorie. Jena, Gustav Fischer, 1916. XII, 710 S. und 115 Abbild. im Text. 8°. Preis M. 18,—.

In dem halben Jahrhundert, welches seit dem Erscheinen von *Darwins* berühmtem Werk „Die Entstehung der Arten“ verflossen ist, hat sich ein gewaltiger Umschwung in der Erkenntnis der Naturvorgänge, die mit jenem Problem in Zusammenhang stehen, vollzogen. Grundlegend ist, daß an die Stelle der Spekulation die auf methodische und kritische Veranschaulichung begründete Betrachtungsweise getreten ist.

Diese Wandlungen und ihren Erfolg im Zusammenhang darzustellen, hat sich *Hertwig* zur Aufgabe gestellt. Er wendet sich dabei nicht nur an den Fachgelehrten, sondern auch an den gebildeten Laien, der ihm auch — wenn er sich genügend vertieft — wird folgen können.

Wenn ein Gelehrter von der Bedeutung *O. Hertwigs* mit diesem Buch — wie er im Vorwort selbst sagt — seine Lebensarbeit zum Abschluß bringen will, so ist klar, daß dies eine Art von Vermächtnis darstellt. Für dieses Geschenk, dargebracht noch dazu in einer Zeit, in der sich wohl ein neues Zeitalter vorbereitet, müssen alle, die Sinn haben für das Problem aller Probleme, dem Meister herzlich dankbar sein.

Die Darstellung ist in gewissem Sinne historisch, indem der Verfasser (im 1. Kap.) die älteren Zeugungstheorien (Präformation oder Evolution, Panspermie und Epigenese) bespricht, dann (2. Kap.) das Wesen der vitalistischen dem der mechanistischen Richtung gegenüberstellt (mit Ausblicken auf die Stellung der Biologie zur Chemie und Physik und auf die Grenzen naturwissenschaftlichen Erkennens) und nun erst (vom 3. Kap. an) die unseren heutigen Vorstellungen über das Werden der Organismen zugrundeliegenden Erkenntnis Tatsachen und Theorien behandelt, nämlich die Lehre von der Artzelle, die allgemeinen Prinzipien, nach welchen aus den Artzellen die vielzelligen Organismen hervorgehen, die leitenden Grundsätze des biogenetischen Grundgesetzes, das, wenn es mit den neueren Forschungsergebnissen in Einklang gebracht werden soll, eine Umwertung erfahren muß, die Erhaltung des Lebensprozesses durch die Generationsfolge (Stammbaum, Anwendung dieses Begriffes, wie sie sein und wie sie nicht sein soll), den Speziesbegriff und andere systematische Begriffe (elementare Arten, Biotypen usw.), die Frage nach der Konstanz der Arten (Variabilität und Mutuabilität), die Anpassungen der Organismen an die Umwelt (leblos und belebt), das Problem der Vererbung, und insbesondere die vielumstrittene Frage der Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften, in all diesen Abschnitten unter Beibringung zahlreicher Beispiele aus dem Gebiet der Zoologie und Botanik.

Den Höhepunkt des ganzen Werkes bilden dann die drei letzten Kapitel, nämlich eine sehr klare und überaus anziehend geschriebene Gegenüberstellung des Lamarckismus und Darwinismus, eine Kritik der Selektion- (Zufalls-) Theorie, und eine Zusammenfassung, in welcher der Verfasser seinen Standpunkt — gegenüber dem der Darwinianer — präzisiert.

Nach dieser kurzen Charakteristik des Inhalts und der logischen Entwicklung des Stoffes sei es mir gestattet, auf einige Kapitel näher einzugehen.

Die Umwertung des biogenetischen Grundgesetzes denkt sich *Hertwig* folgendermaßen: Die Auffassung, daß die Keimzellen der höher organisierten Lebewesen das erste Stadium der Phylogenese — also die Einzelligen am Anfang der Ahnenreihe stehend — rekapitulieren, muß aufgegeben werden. Denn beide Vergleichsobjekte sind ihrem Wesen nach ebenso verschieden, wie die ausgebildeten Organismen der Gegenwart und ihre einzelligen Vorfahren. Die Keimzellen sind — vermöge der in ihnen schlummernden Potenzen — schon selbst die nach allen Richtungen spezifisch bestimmten Organismen, die sich aus ihnen entwickeln, nur einzellig, während eine Amöbe, eine Flagellate oder ähnliche einzellige Lebewesen kraft ihrer Organisation keine andere prospektive Potenz besitzen, als nur wieder Einzellige der gleichen Art hervorzubringen.

Diesen grundlegenden Gedanken faßt der Verfasser in die folgende allgemeine Formel zusammen: Mit der Zelle nimmt die Ontogenese eines jeden Lebewesens auch in der Gegenwart nur deshalb wieder ihren Anfang, weil sie die elementare Grundform ist, an welche das organische Leben beim Zeugungsprozeß gebunden ist, und weil sie für sich schon die Eigenschaften einer Organismenart „der Anlage nach“ repräsentiert; daher ist sie losgelöst von der höheren Individualitätsstufe, die aus der Vermehrung der Artzelle hervorgegangen ist, wieder imstande das Ganze zu reproduzieren.

Die Keimzellen der gegenwärtigen Lebewesen und ihre einzelligen Vorfahren am Beginn der Stammes-

geschichte sind nur, insofern sie unter den gemeinsamen Begriff der Zelle fallen, miteinander vergleichbar, im übrigen aber ihrem Wesen nach so verschieden, daß man von Wiederholung der einzelligen Ahnenform durch die Entwicklung eines jetzt lebenden Organismus in keiner Weise sprechen kann.

Daraus ergibt sich, daß bei der Entwicklung einer Organismenart streng genommen zwei Reihen von Vorgängen unterschieden werden müssen: 1. Entwicklung der Artzelle von einer einfachen zu einer höchst komplizierten Organisation der Idioplasmas (mit weitgehenden Potenzen); 2. periodisch sich wiederholende Entwicklung des vielzelligen aus einem einzelligen Organismus, jedesmal etwas modifiziert entsprechend dem Betrag, im welchen sich die Artzelle im Laufe ihrer Stammesgeschichte verändert hat. Das Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Eizustand einerseits und dem Verlauf und Endresultat der Ontogenese andererseits bezeichnet *Hertwig* als *ontogenetisches Kausalgesetz*. —

Paradestücke der Darwinschen Zufallstheorie sind die sympathische Färbung und die Mimikry. Wie die Entstehung dieser eigentümlichen Anpassungen auch ganz gut ohne die von *Darwin* gemachte Voraussetzung der minimalen richtungslosen Abänderungen und ihre Verstärkung durch Selektion erklärt werden kann, zeigt *Hertwig* an der Weißfärbung der Polartiere bzw. Gelbfärbung der Wüstentiere.

Es ist bekannt, daß viele Säugetiere und Vögel in allen möglichen Färbungen der Behaarung und des Gefieders *nebeneinander* vorkommen. Von einer derartigen Farbenmannigfaltigkeit wird man ausgehen müssen, um die obengenannten Spezialfärbungen zu erklären. Entweder die Vorfahren der heutigen Polartiere bewohnten das Gebiet, ehe es vereist war, und mit Einbruch der Eiszeit wurden die anders als weiß gefärbten als ungeeignet ausgemerzt, oder die Besiedelung der vereisten Gebiete erfolgte von benachbarten (nicht vereisten) aus, und unter den eingewanderten Tieren haben sich nur die weißen wegen ihrer sympathischen Färbung erhalten. Dabei spielen zweifellos die experimentell nachgewiesenen direkten Wirkungen der tiefen Temperatur auf den Pigmentgehalt des Haarkleides sowie ein psychisches Moment — Fähigkeit vieler Tiere, instinktiv eine Umgebung aufzusuchen, welche ihrer Eigenfarbe entspricht, — eine bedeutsame Rolle.

Wie man sieht, räumt auch *Hertwig* der Selektion einen gewissen Spielraum ein, nur einen weit geringeren als *Darwin* und seine Anhänger. Denn er läßt die Farbenmannigfaltigkeit aus verschiedenen — uns zunächst unbekannten — Ursachen entstehen und benutzt die Selektion nur dazu, die Verbreitung gewisser Farbenvarietäten (oder Arten) in bestimmten Wohngebieten zu erklären, während *Darwin* mit seiner Zufallstheorie gerade die Farbe der Tiere aus der Umgebung abzuleiten sucht.

In ähnlicher Weise kann die Mimikry und ihre zweckmäßige Wirkung aus kausal unbekannten habituellen Konvergenzen abgeleitet werden, wobei dem psychischen Moment der schutzbedürftigen Lebewesen (die gut geschützten gleichen) eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zukommt. Ich habe diese Beispiele etwas ausführlicher behandelt, weil aus ihnen der Unterschied des Hertwigschen Standpunktes von dem der Darwinschen Zufallslehre besonders deutlich hervorgeht.

Sehr beachtenswert ist *Hertwigs* Darstellung der Erblichkeitslehre (Kap. 12 u. 13). Bezüglich der Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften (richtiger gesagt:

Anlagen) steht *Hertwig* auf einem durchaus positiven Standpunkt — in schroffem Gegensatz zu *Weismann*. „Sie leugnen, hieße nichts weniger, als die Konstanz der Arten proklamieren.“ Freilich das „Wie“ ist eine Frage, die wohl noch lange die Forscher beschäftigen wird. *Hertwig* führt die Pangenese- (Keimchen-) Lehre *Darwins*, die allerdings niemals eine große Anhängerschaft besaß, und die Weismannsche Lehre vom Keimplasma und der Germinalselektion ad absurdum, aber auch die Parallelinduktion — wenigstens in der Weismann-Dettoschen Fassung — verwirft er. Die an Tieren ausgeführten Vererbungsexperimente sucht er so zu erklären, daß „die neu erworbene Anlage, die am Reaktionsort für uns nur zu einer wahrnehmbaren Eigenschaft geworden ist, der Ausdruck für eine erbliche Veränderung des ganzen Organismus ist, der den Einflüssen der Außenwelt als eine geschlossene Lebens-einheit entgegentritt und in allen seinen Zellen genotypisch oder idioplasmatisch ein etwas anderer wird“.

Die von *Hertwig* vertretene Auffassung über das Werden der Organismen läßt sich etwa in folgende Worte zusammenfassen:

Die Selection oder Naturauslese ist nicht das universale Erklärungsprinzip, zu dem *Darwin*, *Haeckel*, *Weismann* (Allmacht der Naturzüchtung!) u. a. sie zu erheben versucht haben.

Denn eine Auswahl kann, für sich allein betrachtet, bei den Organismen, bei denen sie vorgenommen wird, keine neuen Eigenschaften hervorrufen; solche müssen schon vorhanden sein, ehe die Auswahl zu wirken beginnt. Die lebenden Wesen unterliegen, ebenso wie die leblose Welt, dem allgemeinen Kausalitätsgesetz, daher muß, wie schon *Naegeli*, mit dessen Standpunkt der Verfasser übereinstimmt, ausgesprochen hat, jeder Versuch, das Werden der Organismen zu verstehen, auf eine Theorie der *direkten Bewirkung* hinauslaufen.

In einer solchen, wie der Verfasser sie auffaßt, fällt dem Prinzip der Auslese eine regulierende Rolle zu, freilich in weit beschränkterem Maß als bei der Selektionslehre. —

Hertwigs Buch wird zwar nicht die letzte umfassende Darstellung über die Entstehung der Arten sein, denn unendlich viele Fragen harren noch der weiteren Erforschung, und dadurch wird manches, was heute noch zweifelhaft ist, klarer werden; manche Lehre wird auch wieder verlassen werden müssen. Sicher aber wird dieses Werk immer ein Markstein auf dem gewundenen Weg der Erkenntnis eines der schwierigsten Probleme der Biologie darstellen. F. W. Neger, Tharandt.

Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus.

Im Auftrage der Königl. preuß. Akademie der Wissenschaften herausgegeben von A. Engler. Heft 66 und 67. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1916. Preis M. 14,— und M. 22,80.

Nach längerer Pause sind im Herbst dieses Jahres wieder zwei umfangreiche Hefte des monumentalen Werkes ausgegeben worden. In Heft 66 behandelt A. Cogniaux zwei Gruppen der Familie der Cucurbitaceen. Die Familie ist in 5 Tribus geteilt. Das vorliegende Heft enthält die Tribus Fevilleae und Melothriaceae. Sie sind in den wärmeren Ländern der Alten und Neuen Welt in über 40 Gattungen mit mehr als 420 Arten vertreten. Die größte Gattung ist Melothria, die mit 85 Arten auf beiden Halbkugeln vorkommt. Ihr zunächst steht Gurania, deren 73 Arten auf das tropische Amerika beschränkt sind. An dritter Stelle kommt Corallocarpus (34 Arten), die hauptsächlich in Afrika verbreitet ist, aber in einigen

Arten auf Asien und selbst Amerika übergreift. Die Gattungen *Anguria* mit 29 Arten und *Apodanthera* mit 25 Arten sind auf Amerika beschränkt, während *Kedrostis* mit 27 Arten nur in Afrika, *Thladiantha* mit 23 bis 24 Arten nur in Asien vertreten ist. Mit je 15 Arten sind die im Monsungebiet verbreitete *Alsomitra* und die amerikanische *Ceratosanthes* aufgeführt. 14 Gattungen sind monotypisch; dazu gehört die wunderliche, baumartige *Dendrosicyos socotrana*, deren sukkulenter Stamm 1 m Durchmesser erreicht. Das Heft (277 Seiten) ist mit 65 Figuren ausgestattet, die 528 Einzelbilder enthalten. Der allgemeine Teil über die Cucurbitaceen wird nach Ausgabe der Einzelbeschreibungen in einem besonderen Hefte erscheinen.

Das 451 Seiten starke Heft 67 ist der einzigen Gattung *Saxifraga* gewidmet und enthält auch von dieser nur 8 der 15 Tribus, in die sie eingeteilt ist. Auf dieses gewaltige Genus, das hauptsächlich in den Hochgebirgen der nördlichen Halbkugel verbreitet und in so vielen zierlichen Vertretern aus den Alpen bekannt ist, hat *Adolf Engler* ein 52jähriges Studium verwandt. Die Monographie ist von ihm gemeinsam mit *E. Irmisch* bearbeitet worden, der ihn bei seinen Arbeiten 5 Jahre hindurch unterstützt hat. Die Zahl der Arten, die in dem vorliegenden Hefte beschrieben sind, beträgt 232. Darunter befindet sich eine ganze Reihe polymorpher Typen, wie *S. granulata*, *rotundifolia*, *tridactylites*, *hirculus*, *cuneifolia*, *moschata* und andere, deren Formen und Varietäten mit ihrer geographischen Verbreitung sorgfältig aufgezeichnet sind. Zu den sicher bestimmten Arten treten auch einige zweifelhafte und eine große Zahl von Bastarden. Wie sorgsam die Bearbeitung ist, zeigt schon die große Menge der Einzelbilder in den 101 Figuren; ihre Zahl beläuft sich auf 2023, und diese reiche Ausstattung mit charakteristischen bildlichen Darstellungen wird die Monographie auch denjenigen Freunden der Alpenflora, die für lateinische Diagnosen nicht gerade schwärmen, außerordentlich wertvoll machen. Auch hier wird der allgemeine Teil nach Abschluß des systematischen erscheinen.

F. Mowes, Berlin.

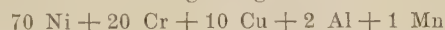
Physikalische und technische Mitteilungen.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika soll sich ein neues Lagermetall außerordentlich gut bewährt haben. Dasselbe besteht aus 65 Teilen Kupfer, 30 Teilen Blei und 5 Teilen Zink und ist auf dem Tender einer Lokomotive der Pazifiklinie bei Fahrten über 80 000 km erprobt worden. Hierbei betrug die Abnutzung nur $\frac{1}{32}$ Zoll (0,8 mm), während andere Lager aus Weißmetall in der gleichen Zeit 6-mal hatten erneuert werden müssen. Bei anderer Verwendung soll das neue Lagermetall zweimal so lange halten wie Phosphorbronze (*Journ. Ind. and Eng. Chem.* 6, 780, 1914).

Ein Kalomelnormalelement wird von *G. F. Lipscomb* und *G. A. Hulett* empfohlen. Ein solches Element, für welches das Schema $\text{Cd Amalgam}/\text{CdCl}_2/\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Hg}$ lautet, ist von ihnen 9 Monate hindurch beobachtet worden. Die Unveränderlichkeit und Wiederherstellbarkeit dieses Elementes ist fast noch besser als beim Clark- und Westonelement. Das Kalomel, welches fein verteiltes Quecksilber enthält, so daß es eine graue

Farbe besitzt, dient darin als Depolarisator. Die elektromotorische Kraft des Elementes beträgt bei 18°, wenn die Cadmiumchloridlösung darin gesättigt ist ($\text{CdCl}_2 \cdot 2\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$), 0,671 59 V und der Temperaturkoeffizient $-0,000\,067$. Berechnet man hieraus und aus den chemischen Umsetzungen die Leistung des Elementes in Kalorien, so stimmen beide Werte bis auf 0,08 % miteinander überein. Außer dieser Form des Elementes haben die Verfasser auch Elemente mit ungesättigten Lösungen, welche 52, 50 und 48 g CdCl_2 in 100 g Lösung enthielten, untersucht. In diesem fanden sie die elektromotorische Kraft etwas höher und die Temperaturkoeffizienten wenig verschieden für die drei verschieden starken Lösungen (*Journ. Am. Chem. Soc.* 38, 20, 1916).

Eine säurebeständige Legierung als Ersatz für Platin in Kalorimeterbomben hat *S. W. Parr* hergestellt. Da bei der Bestimmung von Verbrennungswärmen meistens Salpeter- und Schwefelsäure entsteht, so muß das Innere der Kalorimeterbomben aus Platin bestehen, damit die Bestimmungen nicht mit Fehlern behaftet werden, die aus der Einwirkung der Säuren auf die Wände der Bomben entspringen. Um das teure Platin durch ein billigeres Material ersetzen zu können, hat *Parr* versucht, säurebeständige Legierungen zu gießen. Er ging hierbei von Nickelchromlegierungen aus und stellte eine Legierung



her, die durch weiteren Zusatz von Wolfram die gewünschten Eigenschaften, gute Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und feinkörnige Struktur für dichten Guß, erhielt. Eine aus diesem Material hergestellte Bombe, der der Name „Illium“ beigelegt wurde, konnte während zweier Jahre zu etwa 50 Bestimmungen von Verbrennungswärmen benutzt werden. Dieselben Bestimmungen wurden gleichzeitig in einer Platinbombe wiederholt. Zwischen den beiden Reihen von Bestimmungen zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede. Auch wies das Innere der aus der Legierung gefertigten Bombe keine angegriffenen Stellen auf, wie eine dem Aufsätze beigegebene Photographie des Deckels beweist. Auch chemische Untersuchungen bestätigten die Säurebeständigkeit der Legierung. Proben davon, die 24 Stunden lang in 4-n-Salpetersäure gehalten wurden, erlitten nur einen Verlust von 0,03 mg in der Stunde auf 100 qcm Oberfläche und in 25-prozentiger Salpetersäure erfuhren von 7 Proben 6 überhaupt keinen wägbaren Verlust in 24 Stunden. Die Widerstandsfähigkeit dieser Legierung gegen Säuren wird durch Zusatz von Molybdän, das man im Betrage bis zu 6 % hinzufügen kann, noch erhöht, doch wird die Zähigkeit und Zugfestigkeit des Materials dadurch etwas verringert. Bei Hinzufügung von Wolfram und ohne Molybdän läßt es sich zu Draht ziehen und besitzt dann eine Zugfestigkeit von 87,2 kg für 1 qmm. In gegossenem Zustande beträgt seine Zugfestigkeit 38,7 bis 42,1 kg und erniedrigt sich durch Zusatz von Molybdän auf 35,2 bis 38,7 kg. Die Herstellung der Legierung ist sehr schwierig, da sie eine Gießtemperatur von 1600° erfordert. Um beim Gießen die Gase aus der Masse zu beseitigen, setzt man 1 bis 2 Teile Siliziumkupfer, Manganititan und Aluminium hinzu, auch etwas Kryolith und Borsäure als Flußmittel. Der hohen Temperatur wegen sind Graphittiegel für den Guß erforderlich, doch müssen sie mit Material aus reiner Kieselsäure ausgekleidet sein, um das Lösen des Kohlenstoffes in der Schmelze zu verhindern. Eine Analyse der Legierung ergab folgenden Prozentgehalt

der einzelnen Bestandteile: 6,42 Cu, 0,98 Mn, 1,05 Si, 2,13 W, 60,65 Ni, 1,09 Al, 0,76 Fe, 21,07 Cr, 4,67 Mo, wobei C, B und Ti nicht bestimmt wurden (*Journ. Am. Chem. Soc.* 37, 2515, 1915).

Einen **blauen Kohlenwasserstoff** von der Formel $C_{15}H_{18}$ hat A. E. Sherndal aus den aromatischen Ölen einiger amerikanischer Gewächse abgesondert. Die Reindarstellung dieses Stoffes, der als „Azulen“ bezeichnet wird, erfolgte durch Behandeln der Öle mit Schwefelsäure und Lösen in Petroleumäther. Das Azulen ist eine Flüssigkeit von mäßiger Zähigkeit, die in dünnen Schichten tiefblau, in dickeren schwarz erscheint. Sie besitzt einen schwachen Geruch nach Phenol, der an Thymol erinnert, besonders beim Erwärmen. Ihr spezifisches Gewicht bei 25° beträgt 0,9738. Ihr Siedepunkt liegt bei Atmosphärendruck zwischen 295 und 300° und bei 25 mm Druck zwischen 185 und 195°. An der Luft verwandelt sie sich allmählich in eine braune, harzartige Masse. Sie ist in fast allen organischen Lösungsmitteln löslich, auch in (bis zu 50 %) verdünntem Alkohol. Ihre Reaktionen zeigen, daß der Aufbau ihres Moleküls dem der Sesquiterpene entspricht (*J. Am. Chem. Soc.* 37, 165, 1915).

E. Fleurent hat ein **Verfahren** angegeben, um **Brot auf lange Zeit gut haltbar zu machen**, das sich bei der Anwendung vorzüglich bewährt hat. Bei diesem Verfahren wird Brotteig in Körben zu möglichst genau parallelepipedischer Gestalt geformt und beim Backen eine Kruste ohne Risse gebildet. Die Dauer des Backens wird etwas länger als sonst üblich gehalten, um eine vollständige Sterilisation herbeizuführen. Das Brot wird, wenn es noch heiß ist, aus dem Ofen genommen und in diesem Zustande nacheinander in zwei Bogen Papier eingeschlagen, so daß der zweite Bogen die sich überdeckenden Ränder des ersten wieder überdeckt. Das so eingewickelte Brot wird von neuem in den Ofen geschoben, wenn seine Temperatur auf 120 bis 130° gefallen ist, um darin 15 bis 20 Minuten zu verbleiben. Nach dem Abkühlen ist es dann zum Gebrauch oder zur Versendung fertig. Diese Behandlung hat den Zweck, Feuchtigkeit und Schimmel bildende Keime von dem Brot fernzuhalten. Anfänglich wurde zum Einschlagen Pergamentpapier verwandt, später begnügte man sich mit hellgelbem Papier, das aus reiner Zellulose und Holzstoff besteht und unter Zusatz von Stärkemehl in üblicher Weise geleimt ist. Dies Verfahren hat sowohl in Paris wie in den französischen Provinzen weite Verbreitung gefunden. Die danach behandelten Brote sind in großen Massen in die Lager für Kriegsgefangene nach Deutschland gesandt worden, und ihre Haltbarkeit hat alle Erwartungen übertroffen. Obgleich der Transport zwei Wochen erforderte, erklärten sich die Empfänger über die Beschaffenheit der Brote außerordentlich befriedigt, und selbst Brote, die an die Absender zurückgingen, waren vollständig tadellos, trotz der etwa 2 Monate langen Reise (*C. R.* 161, 55, 1915 und 163, 135, 1916).

Ein **Mittel, die Fliegen aus den menschlichen Wohnungen zu vertreiben**, glauben C. Galaire und C. Houlbert gefunden zu haben. Sie haben nämlich beobachtet, daß die Augen der Fliegen nur gegen weißes Licht empfindlich sind, dagegen die Lichtarten der meisten einfachen Farben fast wie vollkommene Dunkelheit empfinden. Für sie beschränkt sich die Sichtbarkeit auf das Gebiet des Spektrums von Grün bis zum hellen

Orange. Blaue Strahlen wirken zwar noch auf sie ein, aber in unangenehmer Weise. Läßt man ein Zimmer mit blauen Fenstern versehen und darin eine drehbare Klappe mit blauem Glase anbringen, so kann man unter Öffnung dieser Klappe durch passende Gerüche eine Menge Fliegen von draußen hereinlocken. Schließt man dann plötzlich die Klappe, so zeigen die Fliegen zunächst eine gewisse Unruhe, darauf werden sie ganz unbeweglich, wie in der Dunkelheit. Öffnet man die Klappe, so stürzen alle Fliegen nach dem Bündel hereinstrahlenden weißen Lichtes hin und durch die Öffnung ins Freie. Benutzt man anstatt der blauen grüne Glasscheiben, so zeigen die Fliegen das gleiche Verhalten. Bei gelben Scheiben ist die Wirkung dagegen nur eine teilweise. Auf Grund dieser Beobachtungen schlagen die Verfasser vor, die Zimmer in Krankenhäusern durch blaue Scheiben zu beleuchten und so die Fliegen daraus zu vertreiben. Um das Licht angenehmer zu machen, solle man auch grüne, gelbe und rote Scheiben verwenden, so daß die Fenster bei künstlerischer Ausführung den Kirchenfenstern ähnlich würden. Dies soll das Eindringen der Fliegen verhindern. Des weiteren machen sie den Vorschlag, in allen Eßwarenläden, Restaurationen, Konditoreien, Fruchthandlungen usw. die Nahrungsmittel mit blauen Gläsern zu bedecken, um sie vor den Fliegen zu schützen (*C. R.* 163, 132, 1916).

Mahlke, Hamburg.

In den letzten Jahren sind von verschiedenen Seiten (es sei an die Arbeiten von Millikan und Ehrenhaft erinnert) Versuche zur genauen Bestimmung bzw. zum Nachweise der Existenz eines elektrischen Elementarquantums gemacht worden, bei welchen als Träger der Ladung kleine Kügelchen dienten, deren Fall unter der gleichzeitigen Wirkung eines elektrischen und des Schwerfeldes beobachtet wurde. L. W. McKeehan untersucht nun (*Phys. Rev.* 8, S. 142, 1916), wie sich **kleine Quecksilberkügelchen** verhalten. Er findet, daß ihre Größe allmählich abnimmt, und zwar in geringerem Maße als es bei der Verdampfung erfolgen würde. Sie erreichen in trockener oder feuchter Luft einen Endzustand, in welchem die Verkleinerung ihres Radius, auf die Zeiteinheit bezogen, in erster Annäherung unabhängig von der Zeit und umgekehrt proportional zum Radius ist. Der anfängliche Betrag kann dagegen etwas oder vielfach größer als dieser Endwert sein. Werden die Tröpfchen dagegen in einer (reduzierenden) Leuchtgasatmosphäre erzeugt und dauernd gehalten, so ist die Abnahme weit größer; zum Schluß werden die Kügelchen aber schmutzig und verzerrt. Bewegung des Gases ist ohne Einfluß auf die Geschwindigkeit der Größenänderung. Die Unterschiede, die in Luft und Leuchtgas gefunden wurden, erklären sich daraus, daß in ersterem Falle die Tröpfchen sich mit einer dünnen zusammenhängenden Schicht von Quecksilberoxyd bedecken, die sich mechanisch durch eine Flüssigkeit oder chemisch durch eine reduzierende Atmosphäre entfernen läßt. Erzeugt man sie in einer solchen, so wird natürlich die Bildung der Oxydschicht überhaupt verhindert. Wahrscheinlich wird die Reduktion von der Bildung eines Karbonates begleitet. Diese beobachteten Änderungen der Oberfläche sind von Einfluß auf die Korrektur, welche an der Stokesschen Formel über den Fall kleiner Kügelchen anzubringen sind, und sind deshalb von großem Einfluß bei der Bestimmung der Elektronenladung nach der erwähnten Methode.

Berndt, Berlin.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

7. Dezember. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. R. Wegscheider legt folgende Arbeit aus dem Chemischen Laboratorium der Landesoberrealschule in Graz vor: „Über den Einfluß von Lösungsmitteln auf die Reaktion zwischen mehrwertigen Phenolen und Alkalibicarbonaten“, von Franz v. Hemmelmayr. Kaliumbicarbonat reagiert ohne Zusatz von Lösungsmitteln mit mehrwertigen Phenolen und Bildung von Oxy Säuren. Zusatz von Wasser wirkt schon in geringer Menge für die Bildung von Dicarbonsäuren

schädlich. Die Reaktion wurde erst auf die Dioxynaphtaline angewendet. Zusatz von Anilin oder Diphenylamin ermöglichte bei Resorcin und Pyrogallol die Einführung von Carboxyl.

Bericht des Kustos Dr. A. Penzler über die im Jahre 1916 im Auftrage und auf Kosten der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften ausgeführte zoologische Forschungsreise in Serbien und Neumontenegro: Reiseroute: Belgrad 24. V. — Kraljevo 26. V. — Novipazar 28. V. — Mokra planina 2. VI. — Zljob 10. VI. — Peja 24. VIII. — Plav 4. IX. — Gusinje 7. IX. — Abata 9. IX. — Skutari 12. IX. Ergebnisse: Hauptsächlich Arthropoden, besonders Lepidopteren; auch einige botanische Objekte.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIV, Heft 7, 1916.

(Ausgegeben am 28. September 1916.)

Ein Todesfall nach dem Genuß von Inocybe frumentacea (Bull.) Bres; von G. Dittrich¹⁾. Die in Deutschland bisher nur an wenigen Stellen beobachtete, in keinem deutschen Pilzwerk abgebildete Art wurde in Aschersleben, obgleich dort bereits im vergangenen Jahr ein leichterer Vergiftungsfall an demselben Pilz vorgekommen war, in einer solchen Menge verspeist, daß schon nach etwa 14 Stunden der Tod eintrat. Die Erscheinungen erinnerten in mancher Hinsicht an Fliegenpilzvergiftung; so fehlte beispielsweise Erbrechen, das auch durch ein Brechmittel nicht zu erreichen war. Bisher war aus dieser Gattung nur *Inocybe rimosa* als giftverdächtig bekannt. Jedenfalls zeigt dieser Fall, daß es, wenn auch nicht gerade unter den häufigeren Vertretern, mehr Giftpilze gibt, als man nach den Angaben mancher neueren Pilzbücher annehmen könnte.

Über das angebliche Vorkommen von Bakterien in den „Wurzelknöllchen“ der Rhinanthaceen; von Elfriede Jülg. Anknüpfend an eine Bemerkung Beijerincks über das Vorkommen von Bakterienknöllchen bei Rhinanthaceen wurden *Melampyrum* und *Alectorolophus* mit folgendem Resultate untersucht: Weder bei *Melampyrum* noch bei *Alectorolophus* konnten distinkte Bakterienknöllchen gefunden werden, doch zeigt das Parenchym der Haustorien einen körnchen- bis stäbchenförmigen Inhalt, dessen bakterielle Natur in Erwägung zu ziehen war. Färbungen und Reaktionen ergaben das Resultat, daß es sich hier wahrscheinlich um Eiweißstoffe handelt, während zahlreich vorgenommene Impfungen der Körnchen auf geeigneten Nährböden durchweg negativ verliefen. Somit ist der Beweis erbracht, daß die in Frage gestellten Inhaltskörper in den Haustorien der Rhinanthaceen keine Bakterien sind.

Zur Auffassung der farblosen Flagellatenreihen; von A. Parcher.

Eine nochmalige Nachprüfung des Verhaltens zweier Phycomycesstämme gegenüber verschiedenen Zuckerarten und ihres Zygosporienbildungsvermögens; von P. Lindner. Verfasser hat 1912 gefunden, daß von

Phycomyces nitens die Minuskultur ein auffallend üppigeres Wachstum in verschiedenen Zuckerlösungen mit mineralischer Nährlösung zeigt als die Pluskultur, obschon sie sich morphologisch von jener fast gar nicht unterscheidet. Beide Stämme zeigten damals eine reichliche Zygosporienbildung miteinander. Als ein Jahr später Verfasser Herrn Glaubitz veranlaßte, den Zygosporienbildungsversuch zu wiederholen, blieb diese Erscheinung aus, trotzdem in den Assimilationsversuchen mit den verschiedenen Zuckerarten wieder die Minuskultur der Pluskultur an Wüchsigkeit überlegen war. Verfasser hielt das Verschwinden der Zygosporienbildung für eine Folge des längeren Aufbewahrens der Kulturen im Eisschrank, bis Prof. Zettinow durch einen Kontrollversuch mit frischen Stämmen von *Claussen* wahrscheinlich machte, daß die Minuskultur in Wirklichkeit eine Pluskultur sei. Verfasser hat die Zettinowsche Feststellung bestätigt und darauf hingewiesen, daß hier durch einen merkwürdigen Zufall eine Variation des Plusstammes aufgefunden sei. Daß bei *Phycomyces nitens* leicht Abänderungen auftreten, beweist auch eine neuerliche Angabe von S. L. Schouten über eine von ihm entdeckte Zwergform von P. n., die er P. n. var. *nana sterilis* nennt. Eine Wiederholung der Assimilationsversuche mit den beiden frischen *Claussenschen* Stämmen zeigt dasselbe Verhalten, das Verfasser 1912 gestellt hatte. Die stark geschwächte Minuskultur von *Glaubitz*, die in Wirklichkeit eine Pluskultur war, gab mit der frischen *Claussenschen* Minuskultur Zygosporien, wenn auch nicht allzu üppig.

Das Gaslichtpapier als Ersatz für die Glasplatten bei mikrophotographischen Aufnahmen; von P. Lindner. Verfasser weist auf die Billigkeit des Verfahrens hin und gibt in 4 Tafel- und 3 Textabbildungen Proben, welche sich Plattenaufnahmen gegenüber ganz gut sehen lassen können. Wegen der längeren Expositionszeit bei Aufnahmen mit Gaslichtpapier kommen natürlich nur Objekte in Frage, die unbeweglich sind. Sobald hochempfindliche Bromsilberpapiere nach dem Vorschlag von *Largojolly* in Meran im Handel zu haben sein werden, wird man allerdings auch Momentaufnahmen auf Papier machen können. Mikrophotographische Aufnahmen auf Gaslichtpapier bei schwächerer Vergrößerung hat auch schon, unabhängig vom Verfasser, Herr Einar Naumann im Heft 1 des „Mikrokosmos“ 1915/16 gebracht. Verfasser hat seit August 1914 das Gaslichtpapier bei Aufnahmen von Gärungsorganismen angewendet, nachdem er es schon längere Zeit vorher in ausgiebigster Weise für seine Schattenschildaufnahmen im parallelen Licht bewährt gefunden hat. Zur Erzielung unbeweglicher lebender Kulturen, die überdies möglichst ihr Wachstum in einer Ebene vollziehen, bediente sich Verfasser vorzugsweise der Adhäsions- und Tröpfchenkultur sowie der Kultur im Vaselineinschlußpräparat.

¹⁾ Zum Zweck der genaueren Aufklärung der jetzt so zahlreichen Fälle von Pilzvergiftung bittet Prof. Dr. G. Dittrich in Breslau 16. Uferzeile 14, ihm über den Verlauf der Erkrankungen und die Herkunft der Pilze Mitteilungen zugehen zu lassen und vor allem einige Exemplare der gleichen Pilzart in einem Pappkästchen als „Muster“ für 10 Pf. (nicht als Paket), jeden Pilz in Papier gehüllt, einzusenden.

Die Kalkwurzeln von Woltersdorf; von J. Grüp (mit 1 Tafel und 1 Abbild. im Text). In der Nähe von Woltersdorf in der Mark finden sich in einer Kiesgrube unter dem oberen Geschiebemergel Wurzeln von Kiefer und Birke, deren Gewebe teilweise völlig verkalkt ist. Der nicht verkalkte Anteil erwies sich von holzlösenden Enzymen, von Cytasen, stark abgebaut. Diese rühren von rezenten Pilzen her, welche die Masse bewohnen. Unter diesen herrscht besonders *Trametes radiciperda* vor, der schon vor der Verkalkung in den Wurzeln gewesen sein muß, denn seine Sklerotien und Sporen sind teilweise mit verkalkt. Der unverkalkte Teil dieser Kalkwurzeln bildete ein günstiges Objekt zum Studium der Cytasewirkung. Eine Folge derselben ist die Verkalkung, welcher die Lösung der Holz Zellwand vorausgeht. Durch die atmosphärischen Niederschläge wird der Kalk aus dem Geschiebemergel dem sich korrodierenden Gewebe zugeführt.

W. Herter legt eine farbige Tafel vor, die den Nachweis von Kartoffeln und ihrer Produkte im Brot demonstriert.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIV, Heft 8, 1916.

(Ausgegeben am 23. November 1916.)

Dritter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion; von A. Ursprung. (Mit Tafel XV.) Lebende und tote Sprosse gefäßführender Pflanzen werden in wasserreichem Zustande unter Quecksilber durchschnitten. Der Aufstieg des Quecksilbers in den Gefäßen wird mit Röntgenstrahlen verfolgt und auf diese Weise Steighöhe und Steiggeschwindigkeit ermittelt. Der Vergleich der Steighöhe mit dem korrigierten Barometerniveau zeigt, daß im Füllwasser der Gefäße beträchtliche Zugspannungen möglich sind. Eine andere Versuchsanordnung erlaubte den Nachweis, daß solche Zugspannungen tagelang erhalten bleiben können.

Über Vergrößerung der Blüte bei *Solanum Lycopersicum*; von Theo J. Stomps. (Mit 1 Abbild. im Text.) An einer Tomatenpflanze wurde eine eigentümliche Mißbildung beobachtet. Dort, wo der erste Blütenstand aus dem Stengel hätte zum Vorschein kommen sollen, saß ein gestieltes, becherförmiges Gebilde, aus 6 grünen, blattartigen, im Durchschnitt 8,5 cm langen Zipfeln bestehend, deren zwei ungefähr bis zur Hälfte miteinander verwachsen waren. Dem Grunde des Bechers war ein kurzer junger Sproß mit einigen zarten grünen Blättchen entwichen. Die Beobachtung, daß *Solanum nigrum* dann und wann isolierte und sehr häufig sechszählige Blüten hervorbringt, führte zu dem Schluß, daß der Becher der stark vergrößerte Kelch einer vergrüneten, ausnahmsweise solitären Blüte war.

Untersuchungen über Traumatotropismus; von Peter Stark. (Mit 11 Abbild. im Text.) Der Traumatotropismus, der bisher fast ausschließlich für Wurzeln nachgewiesen war, ist bei den verschiedensten Organen (Keimstengeln, Koleoptilen, Blattstielen und Sprossen) weit verbreitet. Positive Wundkrümmungen können durch die mannigfachen Eingriffe — Amputation von Organen, Schnitt-, Stich-, Brand- und Ätzwunden — ausgelöst werden. Die Reaktionen übersteigen oft 90° und werden mitunter über 1 dm von der Wundstelle fortgeleitet. Reizt man ausgewachsene Zonen, dann erscheint der Erfolg fern von der verletzten Stelle in der Wachstumsregion. Es konnte der Nachweis erbracht werden, daß die Krümmungen im wesentlichen durch die Wunde an sich und nicht durch sonstige Nebenwirkungen bedingt werden.

Über Beziehungen zwischen der schwefligen Säure und der Assimilation; von A. Wieler. Wislicenus' Behauptung, die in verhältnismäßig kurzer Zeit erfolgende starke Schädigung der Nadel- und Laubbölder im Lichte durch SO₂ (1 : 1 Mill.) sei eine Wirkung der

durch die Säure unterbundenen Assimilation, ist nicht erwiesen, da seine Argumente unhaltbar sind. Die Annahme, SO₂ sei weniger schädlich als Schwefelsäure, ist unzutreffend. Die Unempfindlichkeit der jungen Triebe ist nicht auf unterbleibende Assimilation zurückzuführen. Die vorausgesetzte Unfähigkeit der Nadelhölzer zur Assimilation im Winter fehlt. Absterben von Blattorganen infolge unterbleibender Assimilation müßte unter anderen Symptomen verlaufen.

Zur Methode der Saugkraftmessung; von A. Ursprung und G. Blum. Es werden zwei Methoden beschrieben zur Messung der Saugkraft einzelner Zellen. Die erste Methode ermittelt die Saugkraft der Zelle durch Bestimmung des Wanddruckes und der Saugkraft des Zellinhaltes. Die Einzelheiten des Verfahrens werden begründet und an einem Beispiel erläutert. Die zweite Methode ist für die praktische Ausführung einfacher. Sie besteht in der Bestimmung jener Zuckerkonzentration, in der die Zelle keine Volumenänderung zeigt.

Zur Kenntnis der Saugkraft: 1. *Fagus silvatica*; von A. Ursprung und G. Blum. Messungen an den Blättern und Wurzelspitzen der Buche ergaben folgendes Resultat. Von den geprüften Blattgeweben haben die geringste Saugkraft die untere Epidermis, die größte die Palisaden. In einem bestimmten Blattgewebe ist die Saugkraft *ceteris paribus* um so stärker, je höher das Blatt inseriert ist. Aber auch das Minimum des untersten Blattes erwies sich größer als die Saugkraft des Wurzelparenchyms. In ein und demselben Blatt ändert sich die Saugkraft je nach der Witterung und Tageszeit.

Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 7: Über das Serratulin; von H. Molisch. 1. Die in der Literatur allgemein eingewurzelte Angabe, daß die alte Färbepflanze *Serratula tinctoria* einen gelben Farbstoff schon in vivo enthält, beruht auf einem Irrtum. Die lebende Pflanze besitzt in ihren Zellen eine farblose oder vielmehr nahezu farblose Substanz, das Serratulan, das erst postmortal, unter der Einwirkung gewisser Stoffe intensiver gelb gefärbten Körper, das Serratulin, liefert. 2. Das Serratulan kommt in der Wurzel, im Stamme und besonders reichlich im Laubblatte vor.

Zur Frage des Generationswechsels im Pflanzenreiche; von Joh. Buder.

Über die Knospensymbiose bei *Ardisia crispa*; von Hugo Miele. Der Verf. gibt einen kurzen vorläufigen Bericht über die Fortsetzung seiner Studien, die das Ziel hatten, die Pflanze von ihren Bakterien zu befreien. Aus Samen und Stecklingen, die einer Erhitzung von 40° unterworfen wurden (welche Temperatur die symbiotischen Bakterien abtötet), gehen Keimpflanzen hervor, die nach anfänglicher mehr oder weniger normaler Entwicklung in ihrem Längenwachstum und in der Blattentwicklung vollständig stehen bleiben und nur knollige Achseltriebe bilden. Da diese Eigentümlichkeit auch an einem Teil nicht behandelter Samen auftrat, schließt der Verf., daß die Abwesenheit der Bakterien die Ursache der abnormen Entwicklung ist. Die Symbiose bei *Ardisia* ordnet er unter eine Kategorie der „zyklischen Symbiosen“; ihre Eigenart wird am besten durch den Ausdruck „Knospensymbiose“ bezeichnet.

Ein kalklösender Pilz; von E. Bachmann. (Mit Tafel XVI.) *Phareidia lichenum* (Arn.) schmarotzt meist auf verschiedenen steinbewohnenden Flechtenarten, kann aber auf Solenhofener Dachplatterkalk als äußerst genügsamer Saprophyt leben und reichlich Perithezien entwickeln. Ihre rhizoidalen Hyphen dringen höchstens 1/17 mm tief in den Kalk ein, der übrige Teil ihres Lagers ist epilithisch. Sie muß deshalb zu den „Felschaltern“ oder „kalklösenden Felsanwohnern“ gerechnet werden. — Daß Flechtenhyphen eine viel stärkere kalklösende Fähigkeit besitzen als

reine Pilzhyphen, kann nur daraus erklärt werden, daß jene die kalklösende Säure von ihren Gonidien beziehen.

Beitrag zur Anatomie und zum Chemismus der Flechte Chrysothrix Nolitangere Mont; von Emanuel Senft. (Mit Tafel XVII.) In anatomischer Hinsicht sind bei der Flechte insbesondere die dicksten verzweigten Lagerhyphen auffallend, welche stellenweise bei jeder folgenden Verzweigung an Dicke zunehmen. Die gelben, die Hyphen umhüllenden Körnchen sind „Calycin“, welches von der Membran der eingelagerten Algenzellen und mitunter auch von den dickeren Hyphenästen gespeichert wird und ihnen eine gelbe Farbe verleiht. Diesem Umstande ist es auch zuzuschreiben, daß *Massalongo* die Algenzellen (Gonidien) durchwegs gelb gefärbt darstellt. Tatsächlich sind sie aber grünlich und gehören dem Palmellatypus an.

Über den Nacktweizen der alten Ägypter; von August Schulz. (Mit 3 Abbild. im Text.) Die Anzahl der bekannten sicheren Funde von Nacktweizenresten aus der Zeit der Pharaonenherrschaft über Ägypten ist nicht erheblich; mehr scheinen aus der griechisch-römischen Zeit Ägyptens bekannt zu sein. Da bisher nur Früchte gefunden sind, läßt sich nicht sagen, zu welcher der unterschiedenen Formengruppen des Nacktweizens der ägyptische Nacktweizen gehört. Wahrscheinlich liegt nur ein Formenkreis vor, der zu *Triticum durum* oder *Triticum turgidum* gehört.

Über die nackte und die beschaltete Saatgerste der alten Ägypter; von August Schulz. (Mit Tafel XVIII.) Aus dem alten Ägypten sind zahlreiche Reste von beschalteter Saatgerste bekannt, die zu *Hordeum vulgare palaeoegyptiacum* Schulz und *H. palaeoparallelum* Schulz gehören. Auch altägyptische Nacktgerste ist gefunden worden. Da bisher aber nur Früchte von ihr bekannt sind, so läßt sich nicht sagen, zu welcher Formengruppe der Saatgerste die altägyptische Nacktgerste gehört. Bisher war Nacktgerste erst aus viel späterer Zeit bekannt.

Über die Saugkraft transpirierender Sprosse; von M. Nordhausen. (Mit 1 Abb. im Text.) Durch Abänderung eines in der Physiologie bekannten Verfahrens gelingt der Nachweis, daß transpirierende Zweige eine Saugkraft zu entwickeln vermögen, wodurch Quecksilber in einem vertikal stehenden Glasrohr erheblich über den Barometerstand hinaus gehoben wird. Der höchste so erzielte Wert betrug 167,5 cm Hg, ohne daß hiermit aber die Saugkraft der Pflanze erschöpft war. Unter Berücksichtigung der Begleitumstände ist der Schluß zu ziehen, daß die Kohäsion bei der Wasserversorgung der Pflanze eine wichtige Rolle spielt. Jedoch wird auf die nicht unwesentlichen Bedenken hingewiesen, die der allgemeinen Anerkennung der sog. Kohäsionstheorie entgegenstehen.

Über die jährliche Periodizität panachierter Holzgewächse; von Georg Lakon. (Mit 3 Abbild. im Text.) Panachierte Holzgewächse gehen später in den Ruhezustand über als grüne. Vollkommen albatike Sprosse an panachierten Exemplaren von *Acer Negundo* L. bleiben bis in den Herbst hinein im Treiben. Diese Abweichung vom normalen Verhalten beruht auf der geringeren bzw. fehlenden Assimilation der panachierten bzw. vollkommen albatiken Zweige; das nach der Hypothese von Klebs für das Zustandekommen der Ruhe maßgebende Überwiegen der organischen Substanz über die Nährsalze tritt in diesen Fällen nicht ein. Das abweichende periodische Verhalten der panachierten Holzgewächse spricht somit entschieden zugunsten der Klebschen Hypothese.

Zur Frage der Azidität der Zellmembranen; von Sven Odén. In letzter Zeit wurde u. a. von Baumann, Gully und Wieler behauptet, daß die bekannte saure Reaktion der Zellmembranen nicht von echten Säuren herrühre, sondern lediglich als eine kolloidchemische Adsorptionszersetzung aufzufassen sei. An der Hand der durch Verreibung dargestellten Suspensionen von

verschiedenen pflanzlichen Geweben wird nun durch Studium des Neutralisationsverlaufs dieser Suspensionen mit Ammoniak dargelegt, daß schwerlösliche echte Säuren wirklich vorliegen. Der Begriff der Pektinsäuren und ihre pflanzenphysiologische Rolle als Regulator für den H⁺- und OH⁻-Ionengehalt der Gewebeflüssigkeiten wird diskutiert.

Ein interessanter geringelter Baum; von Arthur Meyer. (Mit 2 Abbild. im Text.)

**Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie; Band 33.
Heft 1, 1916.**

Über den Ersatz des Nelkenöls durch andere Intermedien; von P. Mayer. Verfasser schlägt an Stelle des Nelkenöls das billigere Methylbenzoat vor, da es farblos ist und bleibt, das Licht etwa so stark bricht, wie opt. Zedernöl, sich mit Alkohol, Xylol und Harzen klar mischt und sehr viel Celloidin löst. Ferner macht er neue Angaben über die Löslichkeit der Nitrozellulosen in stark lichtbrechenden Flüssigkeiten sowie über die Mischbarkeit des Alkohols mit letzteren. Er empfiehlt von neuem zum zeitweiligen Einschluß der Präparate Terpeneol und Benzylalkohol, zum definitiven Euparal und venet. Terpentin.

Über die Verwendung von Anthocyanfarbstoffen für mikrochemische Zwecke; von Otto Gertz. Nach einigen schon längst gemachten Angaben ist das Anthocyan mikrochemisch, und zwar zum Tingieren von Zellkernen verwendbar. Der Verf. hat das Färbungsvermögen verschiedener Anthocyanarten näher untersucht und gefunden, daß diese Fähigkeit sämtlichen Anthocyanen der Gruppe Weinrot, und zwar in ihrer roten Modifikation, zukommt. Dagegen färben die Anthocyane der Gruppe Betarot im allgemeinen nur wenig oder gar nicht. Die Tinktion gelingt am besten mit schwefelsaurer, wässriger Lösung (3 bis 4 Tropfen konzentrierter Säure und 10 ccm Anthocyanlösung) während einiger (bis zu 12) Stunden. Nach Abwaschen mit destilliertem Wasser empfiehlt es sich, den Farbstoff mit Bleiazetatlösung in blaugrüne resp. grüne Lackfällung zu überführen. Mit Anthocyan färben sich in dieser Weise die Aleuronkörner, die Gerbstoffführenden Zellen verschiedener Pflanzen (z. B. sehr schön bei den Crassulaceen) sowie die Wände der Bastzellen und verholzter Elemente. Die Färbung der letzterwähnten geht nicht immer mit der Reaktion mit Phloroglucin-Salzsäure parallel, stimmt aber in bezug auf ihre Wirkungssphäre im allgemeinen sehr genau mit der Mäuleschen Reaktion mit Kaliumpermanganat und mit der Tinktion mit Fuchsin überein. Der Verf. fügt einige Angaben über die Holzreaktionen quartärfossiler Pflanzenteile der Sulfizellulose (Holzpapier) und des mit Schultzes Mazerationsflüssigkeit behandelten Holzmaterials hinzu.

Praktische Vermessungen am Mikroskopstativ bei der Zählung der Blutelemente; von G. C. v. Walsem.

Die Thermoregulierung beim Paraffinbänderschneiden; von G. C. v. Walsem.

**Zeitschrift für angewandte Entomologie; Band 3,
Heft 2, 1916.**

Maikäferökonomie und Waldwirtschaft; von Puster. Die in der forstentomologischen Literatur zur Abwehr und Abminderung der Maikäferschäden empfohlenen Mittel werden an Hand der Wirtschaftsgeschichte des K. Forstamts Kandel-Süd auf ihre Stichhaltigkeit geprüft. Durch reiches Tatsachenmaterial wird der Beweis erbracht, daß gerade durch diese von den Lehrbüchern gepriesenen Mittel die Maikäferökonomie aufs wirksamste bis zur Massenmehrung unterstützt und der Wald aufs empfindlichste bis zur Wirtschaftskatastrophe geschädigt wird. Neue Vorbeugungs- und Heilmittel werden empfohlen.

Zur Fliegenplage in Wohnungen und Lazaretten; von V. Haecker. (s. Kleine Mitteilungen S. 721).

Die Bedingungen für das Gedeihen der Seidenzucht und deren volkswirtschaftliche Bedeutung; von Joh. Bolle. Die Seidenzucht kann nur in jenen Gegenden zu einem einträglichen Zweig der Kleinwirtschaft sich entwickeln, in welchen ein mildes Klima für die Entwicklung des Maulbeerbaumes und ebenso für die Aufzucht günstig ist, und wo die Bevölkerung sich mit einem kargen Gewinn begnügt. Außerdem sind Vorkehrungen zu treffen, damit der Züchter seine Kokons-ernte vorteilhaft verkaufen kann. Wo diese Bedingungen zutreffen, könnte die Seidenzucht eine große volkswirtschaftliche Bedeutung erlangen. Der Verfasser hat alle diese Bedingungen in erschöpfender Weise erörtert und durch Figuren anschaulich gemacht sowie auch nähere Andeutungen gegeben, welche Voraussetzungen erfüllt werden müssen, um den Seidenbau mit Erfolg in Ländern einzuführen und zu verbreiten, welche sich hierfür eignen.

Düngung und Insektenbefall; von Hoffmann. Die Arbeit behandelt einschlägige Beobachtungen, gewonnen auf einem Versuchsfelde für Obstbaumdüngung bei Gernersheim, besonders über Beziehungen zwischen dem Ernährungszustande der Bäume und Raupen- sowie Käferbefall. Nach den jedenfalls interessanten Wahrnehmungen des Verfassers biete zweckentsprechende Düngung der Bäume zwar guten Schutz im Kampfe gegen Käferangriffe, setze sie aber den Angriffen von Schädlingen an Laub und Rinde in erhöhtem Grade aus.

Über das Geruchsvermögen der Kleiderlaus (Pediculus corporis de Geer = vestimenti Nitze); von Hans Walter Frickhinger. Die Untersuchungen in verschiedenen Versuchsreihen durchgeführt, haben ergeben, daß die Kleiderlaus den bisher zur Anwendung empfohlenen chemischen Substanzen gegenüber keine deutlich wahrnehmbare Geruchsempfindung äußert. Damit entfällt natürlich für die Praxis die Bedeutung, welche man bisher der Anwendung chemischer Läusevertilgungsmittel für die Prophylaxe gegen das Verlausen zuzugestehen geneigt war. — Auch den verschiedensten Tieren, wie den Pferden, Meerschweinchen, Mäusen, Ratten gegenüber war bei den Läusen keinerlei deutliche Geruchsreaktion zu beobachten. Bei den Untersuchungen betreffs des Verhaltens der Läuse gegenüber der menschlichen Haut, gegen Wärme und Schweiß konnte festgestellt werden, daß die Kleiderlaus einen bestimmten Wärmesinn hat, der auf Temperaturen bis höchstens 30° C durchwegs positiv reagierte. Die Versuche über die Wirkung des menschlichen Schweißes auf die Kleiderlaus konnten nur an drei Personen durchgeführt werden und berechtigen deshalb noch zu keinem abschließenden Urteil. Immerhin lassen die Befunde vermuten, daß die Kleiderlaus imstande ist, mit ihrem Geruchssinn die Nähe bestimmter, ihr besonders zusagender Menschen wahrzunehmen.

Geographische Zeitschrift, Heft 10, Oktober 1916.

Die territorialen Ansprüche Rumäniens und ihre völkischen und wirtschaftsgeographischen Grundlagen; von Th. Arldt. Die Ansprüche, die Rumänien auf Siebenbürgen, die Bukowina und das Banat erhebt, lassen sich weder vom völkischen, vom geographischen noch vom geschichtlichen Standpunkte aus rechtfertigen. Diese weisen vielmehr das Königreich auf die Erwerbung Bessarabiens hin, das sich auch wirtschaftsgeographisch aufs engste an die Moldau anschließt und Rumänien eine günstigere Verbindung mit dem Meere geben würde, als die ihm wesensfremde Dobrudscha.

Die Ströme des Deutschen Reiches und unserer Nachbarn; von W. Halbfaß. Die wirtschaftliche Bedeutung der Flüsse in der Gegenwart liegt auf den Gebieten der Schifffahrt, der Ausnutzung der Wasserkraft, der Fischerei, der Bewässerung des umgebenden

Landes, der Trinkwasserversorgung und der Abwässer-ableitung; als negatives Moment kommt noch hinzu die Verhütung übler Folgen der Hochwässer. Diese Bedeutung kann Deutschland nur teilweise ausnützen, weil mit Ausnahme der Weser am Flußgebiet aller größeren Flüsse auch das Ausland beteiligt ist. In welchem Verhältnis, wird zahlenmäßig genau festgestellt, und sodann nach den Flußgebieten geordnet eine Übersicht über die Folgen ihrer Aufteilung in deutsche und nichtdeutsche Gebiete auf die wichtigsten Faktoren der Flußwirtschaft gegeben, wobei die Zukunftsaussichten eines siegreichen Deutschlands gebührend berücksichtigt werden. Diese Übersicht beginnt mit der Oder und schließt mit der Donau, dem zukunftsreichsten Flusse des Deutschen Reiches und seiner Verbündeten.

Zur Wirtschaftskunde von Russisch-Turkestan; von F. Machatschek. Eingehende Würdigung der Werke von R. Junge, „Das Problem der Europäisierung orientalischer Wirtschaft, dargestellt an den Verhältnissen der Sozialwirtschaft von Russisch-Turkestan“ (Weimar 1915) und von W. Busse, „Bewässerungswirtschaft in Turan und ihre Anwendung in der Landeskultur“ (Jena 1915). Ersterer zeigt an dem konkreten Beispiel von Russisch-Turkestan die unheilvollen Wirkungen der rein händlerischen Ausbeutung eines orientalischen Wirtschaftsgebietes durch die Europäisierung seiner Wirtschaftsformen; letzteres ist, abgesehen von der technischen Frage der Bewässerungswirtschaft, namentlich für die Beurteilung der russischen Kolonisationspolitik in Turkestan wichtig.

Meteorologische Zeitschrift; Heft 10, Oktober 1916.

Einfluß der Schmelzwärme im Wiener Klima; von Wilhelm Schmidt. Im Temperaturverlaufe müßte sich die große Schmelzwärme des Wassers darin äußern, daß Werte um 0° häufiger vorkommen als andere; das aber nur, wenn der Beobachtungsort unter dem übermächtigen Einfluß einer nahen freien Wasseroberfläche steht. Ist das nicht der Fall, so läßt sich die entsprechende Wirkung daraus ableiten, daß die Dampfdruckwerte eine besondere Häufung um die dem Sättigungsdruck bei 0° (4,58 mm Quecksilber) entsprechende Stelle aufweist. Die Anwendung auf die Wiener Beobachtungen zeigt, daß ein erheblicher Teil von ihnen dem erwähnten Einfluß unterliegt und daß das Wiener Klima bedeutend kontinentaler wäre, wenn das Wasser ohne Freiwerden erheblicher Wärmemengen gefröre.

Über Bestimmung von Perioden; von V. Laska. In dieser Arbeit wird nach einer kritischen Analyse der bestehenden Methoden der Periodenbestimmung eine geometrische, als für die Meteorologie zweckmäßigste, vorgeschlagen. Eine Anwendung auf Relativzahlen der Sonnenflecken zeigt, daß nur die Existenz einer etwa 11jährigen Periode verbürgt erscheint. Alle übrigen Perioden, welche hie und da bestimmt wurden, sind nur als Rechenresultate zu betrachten. Dadurch wird die Meinung der besten Forscher auf diesem Gebiete von neuem bekräftigt.

Zur „Glättung“ von Wertereihen und Kurven; von Wilhelm Schmidt. Durch wiederholtes Zusammenlegen je zweier benachbarter Werte wird ein Ausgleich geschaffen, der sich als Anwendung nach dem Gaußschen Fehlerverteilungsgesetz abgestufter Wirkung auffassen läßt. Als solcher ist er viel weniger willkürlich als die sonst angewandte Glättung durch „übergreifende Mittel“. Sind durch diesen Ausgleich die langsamen Veränderungen gegenüber den raschen hervor-gehoben, so treten wiederum die letzten heraus, wenn man die Unterschiede entsprechender Glieder der ursprünglichen und geglätteten Reihe bildet.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Heft 2.

12. Januar 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die neueren Forschungen der Valenzlehre. Von Prof. Dr. Hugo Kauffmann, Stuttgart. S. 17.

Probleme der experimentellen Psychologie. Von Privatdozent Dr. K. Koffka, Gießen, z. Zt. Berlin (Schluß). S. 23.

Besprechungen:

Neisser, Albert, Die Geschlechtskrankheiten und ihre Bekämpfung. Von A. Buschke. S. 28.

Krolls Stereoskopbilder zum Gebrauche für Schielende. Von M. von Rohr. S. 29.

Fonrobert, Ewald, Das Ozon. Von Hans Adam. S. 29.

Lipschütz A., Zur allgemeinen Physiologie des Hungers. Von L. Lichtwitz. S. 29.

Haberlandt, G., Ueber Pflanzenkost in Krieg und Frieden. Von L. Lichtwitz. S. 29.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 30.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1916, H. 10. S. 30.

Biochemische Zeitschrift, 1916, Bd. 76, H. 3/4. S. 30.

Meteorologische Zeitschrift, 1916, H. 11. S. 30.

Zoologischer Anzeiger, 1916, Bd. 48, H. 4/5. S. 31.

Bureau of Standards, 1916, S. 31, 32.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Geschlechtskrankheiten und ihre Bekämpfung

Vorschläge und Forderungen für Ärzte, Juristen und Soziologen

Von

Prof. Dr. Albert Neisser,

Geh. Medizinalrat, Direktor der Königl. Universitäts-Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten, Breslau

Mit einem Bildnis in Heliogravüre

Preis Mk. 8.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Analyse und Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen

Von

Dr. Hans Meyer

o. ö. Professor der Chemie an der Deutschen Universität zu Prag

Dritte, vermehrte und umgearbeitete Auflage

Mit 323 in den Text gedruckten Figuren

Preis M. 42,—; in Moleskin gebunden M. 44.80

Inhaltsübersicht:

Erster Teil.

Reinigungsmethoden für organische Substanzen und Kriterien der chemischen Reinheit. — Elementaranalyse. — Ermittlung der Molekulargröße.

1. Vorbereitung der Substanz zur Analyse. Reinigungsmethoden für organische Substanzen.
2. Kriterien der chemischen Reinheit und Identitätsproben. Bestimmung der physikalischen Konstanten.
3. Elementaranalyse. — 4. Ermittlung der Molekulargröße.

Zweiter Teil.

Ermittlung der Stammsubstanz.

1. Abbau durch Oxydation. 2. Alkalischmelze.
3. Reduktionsmethoden.

Dritter Teil.

Qualitative und quantitative Bestimmung der organischen Atomgruppen.

1. Nachweis und Bestimmung der Hydroxylgruppe.
2. Nachweis und Bestimmung der Carboxylgruppe.
3. Nachweis und Bestimmung der Carbonylgruppe.
4. Methoxylgruppe und Äthoxylgruppe. — Höhere Alkoxyle. — Methylenoxydgruppe. — Brückensauerstoff.
5. Primäre, sekundäre und tertiäre Amingruppen. — Ammoniumbasen. — Nitrilgruppe. — Isonitrilgruppe. — An den Stickstoff gebundenes Alkyl. — Betaingruppe. — Säureamide. — Säureimide. 6. Diazogruppe. — Azo-Gruppe. — Hydrazingruppe. — Hydrazogruppe. 7. Nitroso- und Isonitrosogruppe. — Nitrogruppe. — Jodo- und Jodoso-Gruppe. — Peroxyde und Persäuren. 8. Schwefelhaltige Atomgruppen. 9. Doppelte und dreifache Bindungen. — Gesetzmäßigkeiten bei Substitutionen. 10. Organische Mikroanalyse nach Fritz Pregl. — Mikro-Schwefel- und Halogenbestimmung nach Jul. Donau. — Nachträge.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

12. Januar 1917.

Heft 2.

Die neueren Forschungen der Valenzlehre.

Von Prof. Dr. Hugo Kauffmann, Stuttgart.

Während ursprünglich die Valenzlehre den einzigen Zweck verfolgte, die Verkettung der Atome und den Aufbau der Moleküle verständlich zu machen, sind ihr in neuerer Zeit noch viele andere und wichtigere Aufgaben erwachsen, deren gemeinsames letztes Ziel darin besteht, die Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung und den Eigenschaften der Stoffe tiefer zu erfassen. Die Forschung dehnt sich nicht nur auf die chemischen, sondern mit gleicher Zuversicht auf die physikalischen Eigenschaften aus und wird wesentlich durch die Tatsache gefördert, daß zwischen beiden Arten von Eigenschaften häufig Parallelen oder sonstige Zusammenhänge unverkennbar zutage treten.

Der Boden, in dem die Valenzlehre wurzelt, ist die Atomtheorie, die dank der Fortschritte auf dem Gebiet der Kolloidchemie und der radioaktiven Erscheinungen heute als gesicherter und völlig fester Untergrund zu gelten hat. Die Hauptwurzeln der Valenzlehre sind die *Isomerieerscheinungen*, also die Beobachtungen, daß Stoffe trotz völlig gleicher qualitativer und quantitativer chemischer Zusammensetzung dennoch durchaus voneinander verschieden und mit ganz anderen Eigenschaften ausgestattet sein können. Im Rahmen der Atomtheorie führt dieser Nachweis zu der Vorstellung, daß die Atome eines Moleküls sich nicht regellos zu einem bunt durcheinander gewürfelten Haufen zusammenfinden, sondern sich geordnet und in bestimmter Reihenfolge aneinanderlagern. Der Bau des Moleküls, also die Anordnung der Atome im Molekül, entscheidet über die Eigenschaften eines Stoffes, und jede Abänderung des Baues hat eine Abänderung der Eigenschaften, d. h. eine Umwandlung in einen anderen Stoff zur Folge. Die Valenzlehre gibt uns die Mittel an die Hand, in das Gefüge dieses Baues einzudringen und sogar eine Zeichnung von ihm zu entwerfen.

In ihrer primitivsten Form bedient sich dazu die Valenzlehre eines sehr grobsinnlichen Hilfsmittels, das wenig wissenschaftlich, dafür aber recht anschaulich ist. Die als Kugeln gedachten Atome werden als mit Häkchen oder einer ähnlichen Vorrichtung versehen angenommen, und die Aneinanderreihung der Atome erfolgt dann in der Weise, daß immer ein Häkchen des einen Atoms in nur ein einziges Häkchen eines anderen Atoms sich einhängt. Man hat diese Vorstellung sogar durch Modelle versinnlicht, nur hat man an Stelle

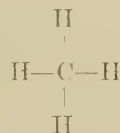
des Häkchens andere Einrichtungen angebracht. So wurden z. B. Löcher in die das Atom darstellende Holzkugel eingebohrt und zur Verkettung Stäbchen mit dem einen Ende in ein Loch der einen und mit dem anderen Ende in ein Loch der anderen Atomkugel hineingesteckt.

Jedes Loch ist ein Sinnbild dessen, was der Chemiker *Valenz* nennt, und ein hineingestecktes Stäbchen ein Sinnbild dessen, was er als eine *Bindung* bezeichnet. Die Anordnung der Atome im Molekül wird Struktur oder Konstitution genannt, und die chemischen Strukturformeln enthalten außer den üblichen Symbolen der chemischen Elemente noch Striche zwischen diesen Symbolen; diese Striche bedeuten Bindungen zwischen den betreffenden Atomen. Die Strukturformel des Wassers ist:



und drückt aus, daß an ein Sauerstoffatom zwei Wasserstoffatome gekettet sind. Das Modell des Sauerstoffatoms ist eine Kugel mit zwei Löchern, das des Wasserstoffes eine Kugel mit nur einem Loch, und jedem Strich der Strukturformel entspricht im Modell ein Stäbchen.

Ein charakteristischer Zug des Modells ist die Beschränkung auf eine bestimmte Anzahl von Häkchen oder Löchern auf jeder Kugel. Dies hat einen tieferen chemischen Sinn; die Atome von jedem Element haben nämlich nur eine bestimmte Anzahl von Valenzen. Die Wasserstoffatome sind einwertig, d. h. sie haben nur eine einzige Valenz; die Sauerstoffatome sind zweiwertig, haben also zwei Valenzen; die Stickstoffatome sind dreiwertig, und die Kohlenstoffatome sind vierwertig. Die Stammsubstanz aller organischen Stoffe, das Methan, hat die Formel CH_4 , welche sich in die Strukturformel:

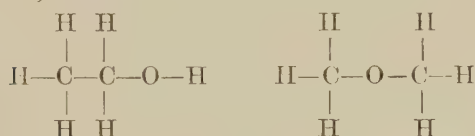


auföst.

Das wahre Wesen der Valenz und die wirkliche Natur des atomverkettenden Mechanismus wird selbstverständlich weder durch die Modelle noch durch die Strukturformeln aufgeklärt. Man kann die Strukturformeln mit den Landkarten vergleichen, die gewiß über die Lage der Gebirge, Gewässer und Ortschaften vorzügliche Auskunft geben, aber nicht dazu berufen und auch nicht dazu imstande sind, Einblick in die gestaltenden physischen und wirtschaftlichen Faktoren zu verschaffen. In gleicher Weise sind auch die Strukturformeln des Chemikers ein ausgezeichnetes

kaum entbehrlicher Führer durch das Labyrinth der Tatsachen, und darum war und ist eine der wichtigsten Aufgaben der chemischen Forschung, für jeden Stoff die zugehörige Strukturformel festzustellen. Ist sie bekannt, dann vermag der Geübte aus ihr das chemische Verhalten und viele Eigenschaften des Stoffes, den sie darstellt, leicht abzulesen.

Die erste und stets zuverlässige Richtschnur bei der Aufstellung von Strukturformeln ist die Isomerie, und darin, daß die Anzahl der nach den Verkettungsregeln konstruierbaren Strukturformeln völlig übereinstimmt mit der Anzahl der chemisch herstellbaren, isomeren Stoffe, liegt das sichere, experimentelle Fundament der Valenzlehre und die Gewähr für die Brauchbarkeit derselben. Nach den Verkettungsregeln können wir z. B. für die Formel C_2H_6O zwei Strukturen ableiten, nämlich:



Mehr sind nicht denkbar, und in der Tat sind nur zwei Stoffe von der Zusammensetzung C_2H_6O bekannt; der eine ist der gewöhnliche Alkohol, der andere der Methyläther; die nähere chemische Untersuchung weist dem ersteren das erste Bild, dem letzteren das zweite Bild als Strukturformel zu. Sind die Moleküle größer, enthalten sie also mehr Atome, dann wird die Mannigfaltigkeit der Verkettungen reicher und bunter, und die Anzahl konstruierbarer Strukturformeln geht in die Hunderte, Tausende und weiter; aber selbst auch dann noch können wir jedem Stoff seine Strukturformel zuweisen.

Damit sind die Grundgedanken ausgesprochen, welche sich im Laufe der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts aus den von *Frankland* und von *Kekulé*, den eigentlichen Begründern der Valenzlehre, gewonnenen Gesichtspunkten entwickelt haben. Diese Gedanken haben der chemischen Forschung glänzende Dienste geleistet und bewähren sich, vornehmlich auf dem Gebiete der organischen Chemie, mit jedem Tag aufs neue. Man hat aber dennoch und zwar schon frühzeitig Tatsachen bemerkt, die mit den Grundgedanken sich kaum vertragen und aufs bestimmteste dartun, daß die Verkettungsregeln noch nicht den wahren Kern enthalten. Der rein formale Gedankengang reicht zur Erfassung aller Tatsachen lange nicht aus und ist durch eine allgemeinere Theorie, in welcher natürlich auch Platz für die Verkettungsregeln ist, zu ersetzen. Jenen Teil der Valenzlehre, der sich mit den rein formalen Regeln begnügen kann, habe ich¹⁾ *formale Valenzlehre* genannt, jenen anderen, der die Schwierigkeiten zu ergründen und die Anschau-

ungen auszugestalten sucht, *allgemeine Valenzlehre*.

Ein mißlicher Punkt für die formale Valenzlehre war von Anfang an die Frage nach der Natur der sog. *Molekülverbindungen*. Man versteht darunter Stoffe, welche durch mehr oder weniger lockere Aneinanderlagerung von Molekülen zweier oder mehrerer anderer Stoffe entstehen. Die bekanntesten Beispiele sind die kristallwasserhaltigen Salze, deren Zustandekommen auf einer Verbindung der eigentlichen Salzmoleküle mit Wassermolekülen beruht. Von welcher Art sind die verbindenden Kräfte? Da jedes Atom seine Valenzen gegen irgend einen Gegenpart des gleichen Moleküls betätigt, so sind nirgendwo am Molekül Valenzen verfügbar, die gegen ein Atom irgend eines anderen Moleküls wirken könnten. Aneinanderheftung ganzer geschlossener Moleküle wäre hiernach mit Hilfe von Valenzen undenkbar, und so hat man den Ausweg ersonnen, daß Kräfte ganz anderen Ursprungs diese Aneinanderheftung bewerkstelligten. Der Übelstand war nur der, daß sich chemisch keinerlei Merkmal feststellen ließ, welches eine Unterscheidung dieser Kräfte von den anderen, von den Valenzen ausgehenden, ermöglichte.

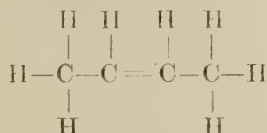
Der Fortschritt auf diesem Gebiete wurde angebahnt durch die Untersuchungen von *Alfred Werner*¹⁾, welcher die Annahme machte und an komplexen Salzen ausbaute, daß ein Atom außer seinen *Hauptvalenzen*, die zur Verkettung von Atomen dienen, auch noch *Nebenvalenzen* entfaltet, die zur Anheftung ganzer Moleküle führen. In den kristallwasserhaltigen Salzen sind sonach die Wassermoleküle durch Nebenvalenzen an die Salzmoleküle gekettet. Die Ausgestaltung der Anschauungen vollzog sich hauptsächlich an den Molekülverbindungen der Kobalt-, Chrom- und anderen ähnlichen Metallsalzen und vertiefte die Strukturtheorie nach einer neuen Richtung hin. In diesen Verbindungen spielt das Metallatom die Rolle eines Zentralatoms, um das herum sich Zonen ausbilden. Die erste Zone umschließt eine bestimmte Anzahl von Atomen, Atomgruppen oder sogar ganzer Moleküle, welche alle vom Zentralatom je nachdem durch Haupt- oder durch Nebenvalenzen festgehalten und als ihm koordiniert bezeichnet werden. Die zweite, zugleich äußere Zone umfaßt, ebenfalls durch Valenzen gebunden, jene Atome oder Atomgruppen, welche den Stoff zum Salz machen; im Sinne der Theorie der elektrolytischen Dissoziation sind diese nur locker verkettet und vermögen sich als Ion vom übrigen Rest, der dann das entgegengesetzt elektrische Ion bildet, loszutrennen. Von besonderer Wichtigkeit ist die Struktur der inneren Zone, denn gerade hierüber ließen sich die für das ganze Lehrgebäude wichtigsten Erfahrungen sammeln. Die in dieser Zone befindlichen Atome, Atomgruppen

¹⁾ Die Valenzlehre (Stuttgart, Verlag v. Ferd. Enke, 1911).

¹⁾ Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der organischen Chemie (Die Wissenschaft, Band 8, Braunschweig, Verlag v. Friedr. Vieweg & Sohn, 1913).

oder Moleküle sind meistens in der Sechszahl vorhanden und dann auf die Ecken eines um das Zentralatom gedachten Oktaeders verteilt. Diese Gruppierung läßt gewisse Isomerieverhältnisse voraussehen, namentlich das Auftreten von Stoffen, die die Polarisationssebene des Lichtes zu drehen vermögen. Mit der im Jahre 1911 geglückten Auffindung solcher Substanzen, an deren Existenz man sonst niemals gedacht hätte, hat Werner seiner Koordinationstheorie einen festen, dauerhaften Stützpunkt errungen.

Ein anderer heikler Punkt der formalen Valenzlehre ist die *Doppelbindung*. Man versteht darunter eine Verkettungsweise, bei welcher sich ein Atom mittelst zweier Valenzen an zwei Valenzen eines anderen Atoms knüpft. Schon im Modell verrät eine solche Verkettungsweise eine hervorspringende Besonderheit, denn nun führen von der einen zur anderen Kugel zwei Stäbchen, und das ist nur dann möglich, wenn diese bogenförmig gekrümmt verlaufen. Um mit den gleichen Stäbchen das eine Mal eine einfache, das andere Mal eine doppelte und schließlich auch eine dreifache Bindung darstellen zu können, müssen sie daher aus biegsamem Material gemacht sein. Die Strukturformeln bringen Doppelbindungen durch ein Paar paralleler Striche zum Ausdruck, z. B. beim Butylen in folgender Weise:

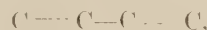


Da die normalen Verkettungsverhältnisse an den Orte der Doppelbindung gestört sind, gebrauchen manche Chemiker die allerdings schlecht gewählte Bezeichnung „Lückenbindung“ und wollen damit der wörtlichen Auslegung der Benennung Doppelbindung ausweichen.

Die erste Schwierigkeit, die der Begriff der Doppelbindung mit sich bringt, liegt in dem Nichtzutreffen der Erwartung, daß die Verdopplung des verkettenden Mechanismus eine Verstärkung der verkettenden Kräfte bedeute. Gerade das Gegenteil tritt ein, denn eben die Doppelbindung ist der Ort, wo das Molekül am wenigsten widerstandsfähig ist und von anderen Stoffen zuerst und am leichtesten angegriffen wird. Die Doppelbindung ist leicht sprengbar, viel leichter als eine einfache. Der Doppelstrich einer Strukturformel gibt also keineswegs den Ort einer besonders festen Bindung, sondern umgekehrt die Stelle besonders reaktionsfähiger Atome an. Auch in rein physikalischer Hinsicht heben sich die Doppelbindungen eigenartig ab; auf organischem Gebiet ist durch zahlreiche Untersuchungen festgestellt, daß sie vor allem spezifische optische Effekte ausüben. Sie steigern das Lichtbrechungsvermögen und begünstigen das Auftreten von Farbe; Wirkungen, die mit einer Verschiebung des ultravioletten Absorptionsspektrums von kürzeren nach längeren Wellen zusammenhängen. Die Erkennt-

nis, daß derartige Wirkungen vorzugsweise von Doppelbindungen ausgehen, wurde beim Nachforschen nach Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung und den Eigenschaften die Triebfeder, das Studium ganz besonders auf Stoffe mit Doppelbindungen zu konzentrieren.

Weitere Schwierigkeiten machen sich bemerkbar, wenn man tiefer in chemische Einzelheiten eindringt. Enthält ein Molekül mehrere Doppelbindungen, so bewahrt jede selbständig ihren Charakter und kann bei Reaktionen einzeln angegriffen werden. Die Selbständigkeit besteht aber nur dann, wenn sie nicht nahe beieinander liegen. Befinden sie sich an benachbarten Atomen, sind sie einander *konjugiert*, wie dies z. B. bei nachstehender Kohlenstoffkette der Fall ist:



so stellen sich neuartige Verhältnisse ein. Die Reaktionsfähigkeit häuft sich an den beiden äußeren Atomen des Systems konjugierter Doppelbindungen in erhöhtem Maße an, während sie an den beiden inneren stark herabsinkt. In konjugierten Systemen büßt die einzelne Doppelbindung ihre Selbständigkeit ein, um zusammen mit den anderen ein neues Gebilde von anderem Charakter hervorzubringen. Und wieder laufen die physikalischen den chemischen Eigenschaften parallel; das Lichtbrechungsvermögen ist bei Stoffen mit solchem konjugierten System abnorm hoch gesteigert und das Auftreten von Farbe außerordentlich häufig. In letzterem Sinne wirkt hauptsächlich folgende gekreuzte Anordnung von drei Doppelbindungen:



Aus diesen und vielen anderen Tatsachen geht eindringlich hervor, daß den Doppelbindungen durchaus keine nebensächliche Rolle beschieden, daß ihnen vielmehr die größte Bedeutung beizumessen ist. Um sie unserem Vorstellungsvermögen verständlicher zu machen, hat Johannes Thiele¹⁾ die Anschauung entwickelt, daß die Valenz teilbar sei, und daß bei Doppelbindungen sie nicht voll zu Verkettungszwecken verbraucht werde, so daß Teile von ihr frei und *unabgesättigt* übrig bleiben. Dies führt für eine Kohlenstoffdoppelbindung zum folgenden Schema:



in welchem der Doppelstrich den zur Verkettung benötigten Betrag der Valenz darstellt, während die punktierten Linien den freien, überschüssigen, als *Partialvalenz* bezeichneten Anteil versinnlichen. In diesen unabgesättigten Partialvalenzen ist die Ursache der großen Reaktionsfähigkeit zu erblicken; sie suchen sich gegen irgendwelche

¹⁾ Annalen der Chemie 306, 87 (1899).

andere Valenzen zu betätigen, und da sie hierzu im eigenen Molekül keinen Genossen finden, so treten sie mit anderen, an sie herangebrachten Molekülen, die ebenfalls solche Valenzreste beherbergen, in Wechselwirkung. Sind zwei Doppelbindungen einander konjugiert, so können sich die Partialvalenzen der beiden inneren Atome, weil sie nicht den gleichen Doppelbindungen angehören, gegeneinander ausgleichen, wodurch man zu dem Bild:



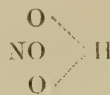
gelangt, in welchem dieser innere Ausgleich zum Unterschied von normalen Valenzbetätigungen durch eine gebogene Linie angezeigt ist. Die Partialvalenzen der beiden äußeren Atome bleiben nach wie vor frei, und so erklärt sich, daß nur noch an den Enden Reaktionsfähigkeit besteht.

Der große Fortschritt der Thieleschen Anschauungen liegt in der Annahme einer *Teilbarkeit der Valenz*. Diese Teilbarkeit bedeutet allerdings einen Bruch mit den herkömmlichen Vorstellungen und ist auch in den Modellen nicht vorgesehen. Überlegt man sich jedoch die Sachlage genauer und vorurteilslos, so findet man, daß gerade umgekehrt die Teilbarkeit der Valenz das Natürliche und Gegebene ist und daß die stillschweigend eingeführte, frühere Voraussetzung unteilbarer Valenzen eine zwar bequeme, aber unbeweisbare Hypothese darstellt, mit der man sich selbst das weitere Vordringen erschwerte und versperrte. Die nächste Aufgabe ist also die, die Folgen dieser Hypothese wieder auszumerzen, und das kann nur so geschehen, daß man nochmals bei den Anfangsgründen der Valenzlehre Einkehr hält. Dies ist der Weg, den ich selbst beschritten habe, und der eine Reihe von Beziehungen und Gesetzmäßigkeiten aufdeckte, an denen man sonst achtlos vorüberging.

Die Rücksichtnahme auf die Teilbarkeit der Valenz verlangt eine Ausgestaltung der chemischen Zeichensprache. Die Bindungen sind in den verbesserten chemischen Formeln nicht mehr durch einzelne Striche, sondern durch von mir¹⁾ so benannte *Valenzlinien* wiederzugeben, durch Linienbündel, die ähnlich den zwischen elektrischen Ladungen sich hinziehenden Kraftlinien von dem einen zum andern Atom hinüberführen. In den reaktionsfähigen Stoffen erstreckt sich das von Valenzlinien erfüllte *Valenzfeld* weit in den umgebenden Raum hinein; die Valenzlinien besitzen in diesem Fall eine starke *Streuung*. In den reaktionsträgen Stoffen hingegen schnürt sich das Valenzfeld eng zusammen und schmiegen sich die Valenzlinien so dicht aneinander, daß der ganze von ihnen erfüllte Raum beinahe auf eine einzige Linie zusammenschrumpft. In diesem Fall genügt es, anstatt der Vielheit von Valenzlinien diese eine einzige Linie anzuzeichnen, und mit dieser Linie kommen wir wieder auf den Strich

zurück, der in den herkömmlichen Strukturformeln Bindungen versinnlicht. Damit tritt uns die Einseitigkeit der formalen Valenzlehre klar vor Augen. Sie hat ihre Grundvorstellungen abgeleitet an dem Kohlenstoffskelett der Paraffine, also an reaktionsträgen Stoffen, und war daher auch berechtigt, Bindungen graphisch durch einzelne Striche wiederzugeben. Sie war hierzu aber nur so lange berechtigt, als es sich um reaktions-träge Stoffe handelt; mit der Ausdehnung der Vorstellung auf reaktionsfähige Stoffe beginnt der Irrtum. Überall, wo wir leicht reagierende Doppelbindungen oder andere Atomgruppen haben, besteht ein räumlich ausgedehntes Valenzfeld und ist nicht ein einzelner Strich, sondern das ganze System der Valenzlinien einzuzeichnen. Daß bei gegenseitiger Überlagerung mehrerer solcher Valenzfelder eine Verschiebung und Umgruppierung der Valenzlinien eintritt, läßt sich aus Analogie mit elektrischen Kraftlinien, übrigens auch aus anderen Gründen, schließen, und somit ist die große Wirkung, die benachbarte Doppelbindungen konjugierter Systeme aufeinander ausüben, leicht verständlich.

Mit der Beseitigung des Irrtums, dem die formale Valenzlehre unterlegen war, bricht sich die Erkenntnis Bahn, daß die Teilbarkeit der Valenz viel verbreiteter ist, als man je hat vermuten können. Wo wir es mit reaktionsfähigen Stoffen zu tun haben, spielt sie herein. Ihr eigentliches Feld ist zunächst auf dem Gebiete der Elektrolyte, also der Säuren, Basen und Salze zu suchen. Das Wasserstoffatom der Säuren ist nicht durch eine einfache Bindung an dieses oder jenes Atom des übrigen Säurerestes geknüpft; seine Valenz sendet Valenzlinien aus, die sich in mehreren Bündeln anordnen, von welchen jedes zu einem anderen Atom hinläuft. Stellt man der Einfachheit halber jedes der Bündel durch eine punktierte Linie dar, so erhält man beispielsweise für die Salpetersäure folgendes Bild:



Verursacht wird diese Teilung der Wasserstoffvalenz durch die Sauerstoffatome, welche sie ihm aufzwingen. Sie ist das ausschlaggebende Moment für die Säurenatur des Stoffes, d. h. für die Möglichkeit der elektrolytischen Dissoziation. Fehlt diese Teilung und ist das Wasserstoffatom durch ein nichtstreuendes schmales Valenzfeld verkettet, wie dies z. B. bei den Kohlenwasserstoffen der Paraffinreihe der Fall ist, dann unterzieht es sich keiner elektrolytischen Dissoziation, und die Substanz ist weit entfernt, eine Säure zu sein.

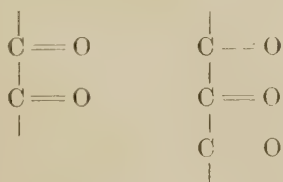
Im weiteren Verfolg solcher Anschauungen fallen uns neue Ergebnisse von allgemeiner Bedeutung zu. Werners Haupt- und Nebervalenzen erfahren eine tiefere Deutung. Daß zwischen beiden Valenzarten kein prinzipieller Unterschied

1) Die Valenzlehre, Seite 334.

besteht, und daß selbst deren Definition kein strenges Auseinanderhalten verbürgt, läßt sich leicht beweisen. Dadurch wird scheinbar eine große Schwierigkeit heraufbeschworen, die aber sofort verschwindet, sobald man die Sachlage vom Gesichtspunkt der Teilbarkeit der Valenz aus beurteilt. Die Nebenvalenz ist nichts anderes als ein abgesplitterter Teil der Hauptvalenz, und wenn die Zersplitterung der letzteren sehr weit geht, dann ist sie eben ganz in Nebenvalenzen aufgegangen. Weil die Nebenvalenz als Splitter sich nur mit wenig Valenzlinien betätigen kann, vermag sie in Molekülverbindungen auch nur lockere Verkettungen zuwege zu bringen.

Ein anderes wichtiges Ergebnis habe ich als *Gesetz der Dezentralisation chemischer Funktionen formuliert*.¹⁾ Dieses Gesetz spricht aus, daß eine chemische Funktion nicht dadurch sich verstärkt, daß sie sich, wie man früher glaubte, auf eine bestimmte Stelle des Moleküls konzentriert, sondern dadurch, daß sie sich zerstückelt auf möglichst viele Orte ausbreitet. Schon das oben angegebene Beispiel der Salpetersäure ist ein Beleg hierfür. Die sauren Funktionen haben ihren Ursprung im Sauerstoff; dadurch, daß nicht nur ein einziges, sondern gleichzeitig alle drei Sauerstoffatome durch ihre Funktion auf den Wasserstoff wirken, wird der Stoff zur Säure. Man darf sich aber dieses nicht so vorstellen, daß die saure Funktion lediglich verdreifacht wäre, weil drei Sauerstoffatome anwesend sind. Wie die Verteilung der Valenzlinien anzeigt, wird die auf den Wasserstoff ausgeübte Wirkung eines schon vorhandenen Sauerstoffatoms durch jedes neu hinzutretende *vermindert*, weil jedes der letzteren Valenzlinien des Wasserstoffs auf sich selbst ablenkt. Je mehr Sauerstoffatome hinzutreten, desto stärker ist die Verzettung der Funktion, desto mehr erstarkt aber die Säure.

Auch auf ganz anderem Gebiete bewährt sich das Gesetz. Das Karbonyl CO ist ein Chromophor, der Stoffen, in deren Molekül er sich findet, im allgemeinen noch keine im Sichtbaren gelegene Absorption, also noch keine Farbe verleiht. Wird dem Chromophor noch ein zweiter hinzugesellt, so sind die Stoffe farbig; kommt gar noch ein dritter hinzu, so ist die Farbe sehr intensiv. In den Gruppen:



ist durch die Angliederung des weiteren Chromophors eine Dezentralisation der chromophoren Funktionen eingetreten und hierdurch die Farbe verstärkt worden. Daß keine Summation statt-

findet, ergibt sich daraus, daß bei Kombinationen wie:



obgleich der Chromophor mehrfach vorhanden ist, die typische Verstärkung ausbleibt. Als Grund ist der Umstand anzusehen, daß die Verkettung nicht durch eine die Dezentralisation ermöglichende Konjugation stattfindet.

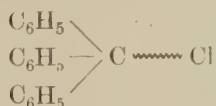
Der merkwürdige Einfluß der Dezentralisation, der viele teils schon alte Erfahrungen nun in ganz neuem Lichte erscheinen läßt, bliebe unverständlich, wollte man zu seiner graphischen Darstellung sich nicht der Lehre von der Teilbarkeit der Valenz bedienen. Überall, wo er hereinspielt, bestehen Valenzzersplitterungen. Solche Zersplitterungen sind der Ausdruck einerseits der chemischen, andererseits der optischen Eigenschaften, und daher muß Notgedrungen zwischen den beiden ein inniger Zusammenhang herrschen, denn andernfalls vermöchte nicht ein und dieselbe graphische Formel von beiden Rechenschaft abzugeben. Diese Beziehungen sind in reichem Maße vorhanden und auch leicht nachzuweisen, nur darf man sie sich nicht, irregeleitet von den herkömmlichen Strukturformeln, wegtäuschen lassen. Sie treten am offenkundigsten auf dem Gebiet der Farbstoffe entgegen, wo man, wenn auch nur rein empirisch, über die Bedeutung der basischen oder sauren Natur für die Farbentstehung schon seit langem unterrichtet ist. Aber erst in neuerer Zeit hat man sich an die Ergründung des tieferen Sinnes dieser Bedeutung herangewagt, und hauptsächlich *Baeyers* Arbeiten über die Halochromie sind es, welche klar erweisen, daß mit hergebrachten Anschauungen nicht weiterzukommen ist. Zwar behelfen sich manche Forscher mit der Annahme von Umlagerungen; sie verschieben damit nur das Problem, ohne zu seiner Lösung etwas beizutragen.

Baeyer hat gemeinsam mit *Villiger* die auffällige Tatsache verfolgt, daß das Triphenylkarbinol $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{C}\cdot\text{OH}$, obwohl es ein völlig farblos, durchaus nicht basischer Alkohol ist, mit starken Säuren sich zu stark farbigen Stoffen verbindet, die ausgesprochene Salze sind. Sie bezeichnen diese Art von Salzbildung, welche nicht einmal so selten ist, als *Halochromie*¹⁾. Aus den Untersuchungen schält sich klar die Ansicht heraus, daß mit dem Übergang aus dem Zustand der Farblosigkeit in den der Farbigkeit plötzlich der ganze chemische Charakter der Substanz eine völlige Umwälzung erleidet. So kann je nach den Versuchsbedingungen das Chlorid $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{CCl}$ des Triphenylkarbinols bald als farblos und nicht salzartige Verbindung, bald als gelbes bis rotbraunes Salz existieren, dessen Salznatur einwandfrei auf mehreren Wegen nachgewiesen ist. Während für den farblosen Zustand die landläufigen Anschauungen genügen, versagt für den

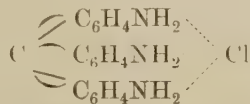
¹⁾ Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, 46, 3801 (1913).

¹⁾ Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, 35, 1190 (1902).

farbigen jede hergebrachte Vorstellung. *Baeyer* entwickelt daher eine neue Ansicht und nimmt an, daß der Zentralkohlenstoff, um welchen sich die drei Phenylgruppen C_6H_5 scharen, bei der Hervorrufung der Farbe basische Eigenschaften gewinne, und daß seine gegen das Chlor oder einen anderen Säurerest sich betätigende Valenz dabei ähnliche Funktionen übernehme wie die basische Valenz des Stickstoffs in den Ammoniumsalzen. Er nennt die so veränderte Valenz des Zentralkohlenstoffs *Karboniumvalenz*¹⁾ und formuliert die farbigen Salze, indem er die Betätigung dieser basischen Valenz durch eine geschlängelte Linie darstellt, in folgender Weise:



Hiernach läge der Sitz der basischen Funktion ganz allein nur im Zentralkohlenstoff. Man kann aber unschwer feststellen, daß die drei Phenylgruppen und ebenso eventuell in sie eingeführte Substituenten gleichfalls von großem, die Substituenten unter Umständen sogar von überwiegendem Einfluß auf die Fähigkeit zur Halochromie sind. Damit ist die Dezentralisation der basischen Funktion erkannt und eine Formulierung mit Hilfe der Lehre von der Teilbarkeit der Valenz in die Wege geleitet. Die geschlängelte Linie kann, wie ich gemeinsam mit *Felix Kieser* bewies²⁾, durch Bündel von Valenzlinien ersetzt werden; als Beispiel für die Valenzverteilung sei das Fuchsin, der bekannteste Farbstoff aus der Triphenylkarbinolreihe, gewählt:



Die eine einzige sich betätigende Valenz des Chlors ist im Farbstoff den punktierten Linien entsprechend in mehrere Teile zersplittet und dank dieser Zersplittung hat die Substanz Salzcharakter. Aber auch die Valenz des Zentralkohlenstoffatoms ist zersplittet, und beide Zersplittungen sind von einander nicht unabhängig. Die Abhängigkeit ist experimentell verfolgbar, denn die Zersplittung der Valenz des Zentralkohlenstoffs ist der graphische Ausdruck für die Lichtabsorption, also für die chemische Ursache der Farbe. Solche Formeln mit Valenzzersplittungen weisen uns also die Bahn, auf welcher wir uns Einblick in die Beziehungen zwischen chemischen und physikalischen Eigenschaften verschaffen können.

Mit diesen Fragen schneidet man zugleich eine andere an, die stets ein wunder Punkt der formalen Valenzlehre gewesen ist, nämlich das Pro-

blem der *abnormen Valenzstufen*. Dieses Problem bestand schon lange in der anorganischen Chemie und ist nun auch in der organischen aufgetaucht. Der Kohlenstoff ist in zahllosen Verbindungen stets nur vierwertig, ausnahmsweise auch zweiwertig, was aber keine unerklärliche Störung ist. *Gomberg* entdeckte im *Triphenylmethyl* $(C_6H_5)_3C$ einen Kohlenwasserstoff, in welchem der *Kohlenstoff*, nämlich das Zentralkohlenstoffatom, *dreiwertig* ist, und für diese Ausnahme findet sich in der formalen Valenzlehre keine Erklärung. Schöne Erfolge auf dem Gebiete des dreiwertigen Kohlenstoffs waren insbesondere *Wilhelm Schlenk* beschieden. Die hierher gehörigen Substanzen sind durch das Vorhandensein von Farbe ausgezeichnet, und damit erfahren wir, daß in den Molekülen hohe Valenzzersplittungen bestehen. Der Kohlenstoff ist, wie ich darlegte, nur scheinbar dreiwertig; die vierte, scheinbar verlorene Valenz unterliegt, wie in den halochromen Salzen des Triphenylkarbinols, einer hochgradigen Zersplittung, nur daß sich hier die einzelnen Splitter im organischen Rest selbst gegeneinander ausgleichen. Daß sich zu letzterer Aufgabe ganz besonders die Phenyl- oder sonstige ähnliche Reste eignen, hängt mit der besonderen Natur dieser Gruppen zusammen, welche bekanntlich in der Benzolreihe wieder ein Problem für sich selbst bieten. Bestätigt wird diese Auffassung durch *Wielands* Entdeckung von aromatischen Verbindungen des Stickstoffs, in welchen sich dieses Element mit der abnormen Valenzzahl zwei betätigt.

Zum Schlusse sei noch kurz auf die Erklärungen der Natur der Valenz eingegangen. Daß die Valenz auf elektrischen Eigenschaften der Atome beruhe, ist eine schon frühzeitig ausgesprochene Ansicht, die dann mit der Theorie der elektrolytischen Dissoziation festeren Fuß gefaßt hat. Die nächstliegende Vorstellung, wonach die beiden Valenzen aneinandergeketteter Atome entgegengesetzte elektrische Ladungen seien, welche sich gegenseitig anziehen und so den Zusammenhalt bewirken, hat sich aber garnicht bewährt. Nach dieser Vorstellung befände sich auf der einen Seite einer Bindung eine positive, auf der anderen Seite eine negative Ladung, und die Bindung selbst hätte so einen polaren Charakter. Im Gebiet der organischen Chemie ist von einem derartigen polaren Charakter nichts zu bemerken, und bei seiner Annahme verwickelt man sich in unentrinnbare Widersprüche. Mit der Entwicklung der modernen Elektronentheorie ist auch hier eine gewisse Klärung eingetreten. Alles, was die Lehre von der Valenzzersplittung darlegt, findet seine einfache Deutung, wenn wir die *Elektronen* als verkettenden Mechanismus betrachten. Das, was wir als Valenz bezeichnen, sind positiv elektrische Stellen der Atome, die alle, weil sie ja gleichnamig geladen sind, einander abstoßen würden; schieben sich Elektronen, die negativ geladen sind, dazwischen, so haben

¹⁾ Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, 38, 571 (1905).

²⁾ Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, 46, 3788 (1913).

wir in diesen das Bindemittel zu erblicken, an welches die Atome sich anheften, und durch welche sie das Molekülgefüge zuwege bringen. Die Valenzlinien erhalten die Bedeutung von elektrischen Kraftlinien; Valenzzersplitterungen sind zersplitterte elektrische Wirkungen, also Schwächungen der an den Elektronen tätigen Kräfte und Lockerungen des Verbandes. Die Lockerungen bedingen einerseits erhöhte Reaktionsfähigkeit der Substanz, andererseits gesteigerte Beweglichkeit der Elektronen, d. h. veränderte optische Eigenschaften und Verschiebungen des Absorptionsspektrums aus dem Ultraviolett dem Sichtbaren zu. Im großen ganzen leistet die Elektronentheorie der Valenzlehre ganz gute Dienste; wenn man sich auf nähere Einzelheiten einläßt, begegnet man allerdings sehr oft vorläufig noch unüberwindlichen Schwierigkeiten, die vor allem von der Unbestimmtheit der Vorstellungen verursacht sind. Auch die Benutzung der Quantenhypothese ändert daran nicht viel. Wohl dürfte der wahre Kern der Quantenhypothese und der wahre Kern der Valenzlehre der gleiche sein; einstweilen scheint es aber zweckmäßiger, die Valenzgesetze rein empirisch abzuleiten. Vielleicht hat umgekehrt später einmal die Quantenhypothese Nutzen von diesen Gesetzen.

Probleme der experimentellen Psychologie.

Von Privatdozent Dr. K. Koffka, Gießen, z. Zt. Berlin.
(Schluß.)

Unsere Betrachtungen haben uns gezeigt, daß die Stumpfsche Theorie nicht die einzig mögliche ist, daß vielmehr auch Theorien, die ihr erstes Erklärungsprinzip (das Nichtbemerken) verwerfen, den Tatbeständen gerecht werden. Beide Theorieformen brauchen Annahmen; die erste spezielle Formen der Konstanzannahme und die Annahme der Wirksamkeit einer psychischen Funktion, des Bemerkens, die andere bestimmte Voraussetzungen über den Einfluß mehrerer Reize auf die jedem von ihnen entsprechenden Empfindungen. Eine experimentelle Entscheidung haben wir noch nicht kennen gelernt, die neuen Theorien (*Ebbinghaus*, *Cornelius*) hatten nur den Vorteil, daß sie die Unterschiedsschwellen prinzipiell ebenso erklärten, wie die absoluten: nicht zwei irgend verschiedene, sondern nur zwei *genügend* verschiedene Reize ergeben zwei verschiedene Empfindungen.

Beide Theorien sind aber nicht vollkommen: *Ebbinghaus* erklärt nicht die Unterschiedsschwelle bei gleichzeitiger Reizdarbietung, bei *Cornelius* bleibt es fraglich, wie, d. h. nach welchen Gesetzen, die Aufmerksamkeit bestimmend wirkt. Zudem widersprechen sich beide Theorien in einem Kernpunkt, *Ebbinghaus* nimmt Stetigkeit, *Cornelius* Diskontinuität der Empfindungsreihe an, wenn

auch für ihn die Empfindungsstufen sehr dicht übereinander liegen, also an die Stelle der Kontinuität eine sehr große Mannigfaltigkeit tritt.

Den prägnant falschen Urteilen gegenüber endlich, die *G. E. Müller* den Anstoß zu seiner Theorie gegeben hatten, ist *Cornelius Ebbinghaus* gegenüber im Vorteil. *Ebbinghaus'* Theorie hat für sie keinen Platz, während sie mit der Theorie von *Cornelius* sehr wohl verträglich sind. Vergleichen wir in Fig. 2 die Reize x_n und x_o ; x_n sind die Empfindungen y_1 und y_2 zugeordnet, x_o die Empfindungen y_1 , y_2 und y_3 . Bei der Vergleichung von x_n mit x_o kann es daher vorkommen, daß x_n mit y_2 , x_o mit y_1 anspricht, daß also geurteilt wird $x_o < x_n$.

Erst neuere Erkenntnisse haben eine experimentelle Entscheidung möglich gemacht. Zunächst scheint es fast unmöglich, Erfahrungen zu finden, die zwischen den Theorien entscheiden können. Wir müssen erst den Punkt finden, an dem experimenta crucis möglich sind. Nun sind wir auf diesen Punkt schon gestoßen, als wir den charakteristischen Unterschied der Theorien von *Stumpf* und *Müller* einerseits, von *Ebbinghaus* und *Cornelius* andererseits statuierten: jene betrachteten jeden Reiz für sich und schrieben ihm eine konstante Wirkung zu (abgesehen von den zufälligen Fehlervorgängen *Müllers*), diese dagegen die zu vergleichenden Reize in ihrer Konstellation. Hier kann man fragen: wer hat recht; wirkt ein Reiz immer in der gleichen Weise, gleichviel ob er allein oder mit andern Reizen zusammen geboten wird, oder gilt diese Regel nicht?

Die Psychologie zumal der letzten 10—15 Jahre hat gerade diesem Problem besonders viel Arbeit gewidmet.¹⁾ Ein erstes Beispiel: Bietet man periodisch eine Folge von gleichen Geräuschen, wie es in zahlreichen Untersuchungen geschehen ist [(3) und (18) sind die beiden ersten psychologischen systematischen Untersuchungen über den Rhythmus], oder von gleichen Lichtern, wie ich es getan habe (13), etwa in der Anordnung dar, so entsprechen, wenn die zeitlichen Verhältnisse richtig gewählt sind, den gleichen Reizen nicht gleiche Empfindungen, sondern der erste oder der zweite jedes Paares erzeugt eine lautere bzw. hellere Empfindung, als der andere; die Reizreihe verwandelt sich also in eine der beiden Empfindungsreihen ! . ! . ! . ! . oder ! . ! . ! . ! . Dies Beispiel ist eins der ältesten, aber auch das am wenigsten zwingende, da die Deutung dieser Erscheinung noch kontrovers ist, ja die Beschreibung, die ich ihm gegeben habe, aus theoretischen Gründen von manchen

¹⁾ Diese Fragestellung enthält nur eine Seite eines viel allgemeineren Problems, das als Problem der „Gestalt“ seit dem außerordentlich fruchtbar gewordenen Aufsatz von *v. Ehrenfels* (7) eine immer größer werdende Rolle in der psychologischen Forschung spielt. Wie schon erwähnt, haben aber auch die Einzeluntersuchungen von *Stumpf*, *Müller* u. v. a. Tatsachen ans Licht gebracht, die für die Entscheidung von großer Bedeutung sind.

Forschern bestritten werden dürfte, die keine Empfindungsveränderung, sondern etwa ein Auf- und Abwogen der Aufmerksamkeit statuieren wollen.

Es gibt aber beweiskräftigere Argumente; ich verweise auf das große Gebiet der sogenannten geometrisch-optischen Täuschungen. Auch hier war und ist die Erklärung noch strittig, indem man Urteilstäuschungen oder andere Eigentümlichkeiten des Vergleichungsvorgangs zur Erklärung heranzog, um dem Zugeständnis der Empfindungsänderung zu entgehen; nach den zahlreichen Arbeiten *Benussi* (1) und der unter meiner Leitung ausgeführten Arbeit von *Kenkel* (12) darf es aber m. E. als bewiesen gelten, daß in den optischen Täuschungen wirklich solche Veränderungen der Reizwirkung durch die Konstellation zustande kommen, wie wir sie als möglich hingestellt haben. In Fig. 3 (einer Variante der Müller-

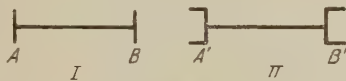


Fig. 3.

Lyerschen Täuschung, in der der Täuschungsbetrag sehr klein ist) ist der Abstand $A'B'$ in der Empfindung wirklich größer, als der Abstand AB , denn wenn man, ein Experiment *Kenkels*, kinematographisch I und II nacheinander exponiert, so sieht man eine Ausdehnung der Strecke AB , wie man sie sehen würde, wenn an Stelle von II eine der Figur I gleiche, nur etwas längere Figur dargeboten worden wäre, und es ließ sich experimentell zeigen, daß diese Ausdehnung nicht durch das Herauswachsen der hinzutretenden kleinen Ansatzstücke zu erklären ist.

Der Versuch führt uns auf das kinematographische Bewegungssehen selbst. Auch dies ist schon lange bekannt, es gab auch verschiedene miteinander in Widerstreit liegende Theorien dafür. Erst *Wertheimer* (25) hat in seiner grundlegenden Arbeit auf Grund zahlreicher experimenteller Entscheidungen bewiesen, daß gerade das Sehen von Bewegungen bei kinematographischer Reizdarbietung einen Fundamentalfall abgibt für die Tatsache des *Zusammenwirkens* von Reizen. Läßt man, nach dem Schema von Fig. 4, erst den

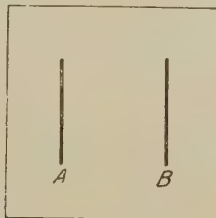


Fig. 4.

Reiz A , dann nach längerer Pause den Reiz B kurze Zeit hindurchwirken, so sieht man erst links einen Strich, dann rechts einen zweiten Strich. Verkürzt man kontinuierlich die Zwischenzeit zwischen den Reizen, so kommt man bei einem be-

stimmten Gebiet (ca. $\frac{1}{20}$ Sek.) zu einem völlig neuen Eindruck, man sieht nur *einen* Strich, der sich von links nach rechts *bewegt*. Verkürzt man die Zeit weiter, so erreicht man einen dritten ausgezeichneten Eindruck, man sieht wieder *zwei* Striche, jetzt aber gleichzeitig, so wie es in der Fig. 4 aussieht. Diese drei Haupteindrücke, ebenso wie die hier ausgelassenen dazwischenliegenden, sind nun, wie *Wertheimer* beweisen konnte, *direkt*, d. h. ohne psychische Vermittlung (Urteilstäuschung, Identifikationsvorgang usw.) an die *Reize in ihrer Aufeinanderfolge* gebunden. Ist die Zwischenzeit groß, so wirkt jeder Reiz für sich, ist sie klein, so wirken beide Reize zusammen, indem sie entweder den *einen* Bewegungseindruck, oder den *gleichfalls einheitlichen* Eindruck zweier Parallelen ergeben.

Ein letzter Versuch, der von *Benussi* (2) und *Gelb* (8) ausgeführt worden ist: bietet man sukzessiv die 3 im gleichen Abstand befindlichen Punkte AMB momentan so dar, daß die Zwischenzeit zwischen A und M verschieden ist von der zwischen M und B , so liegt empfindungsmäßig M nicht in der Mitte zwischen A und B , sondern B rückt an M heran, wenn es schneller auf M folgt als M auf A , von M fort, wenn die Verhältnisse umgekehrt liegen¹⁾.

Diese kleine Auswahl²⁾ aus einer großen Menge von Versuchen möge zum Beweis genügen, daß es nicht angeht, jeden Reiz nur für sich zu betrachten. Wirken mehrere Reize gleichzeitig oder in schneller Sukzession, so beeinflussen sie einander in ihrer Wirkung. Man kann dies Resultat noch verallgemeinern und sagen: in diesen Fällen sollten wir gar nicht von vielen Einzelreizen sprechen, sondern von *einem* Gesamtreiz, entsprechend nicht von vielen Einzelempfindungen, sondern von *einem* gegliederten Gesamterlebnis, das als *Gestalterlebnis* zu benennen wäre. Ohne hier auf die theoretische Bedeutung dieser Auffassung näher eingehen zu können, wollen wir nur noch einen Beweis für sie anführen, der aus unserem Hauptproblemkreis, dem der Unterschiedsschwelle, stammt. Wäre ein Viereck psychologisch nichts anderes, als die vier Empfindungen gerader Linien bestimmter Anordnung (schon die Anordnung macht der reinen Empfindungslehre Schwierigkeiten), so könnte die Unterschiedsschwelle für die Verschiedenheit von Vierecken höchstens so klein sein wie die für gerade Linien (Augenmaß). Nun hat aber *Bühler* (4) die Un-

¹⁾ Nur *Gelb* deutet den Versuch so, wie es im Text geschehen ist. *Benussi* versucht eine andere Deutung.

²⁾ In einem Forschungsbericht in den Geisteswissenschaften (14) habe ich eine größere Anzahl neuer Arbeiten der Wahrnehmungspsychologie ausführlich und im Hinblick auf die uns hier interessierenden Entscheidungen besprochen, dort auch besonders die Versuche von *E. R. Jaensch* (9, 10) und *D. Katz* (11) gewürdigt, deren Resultate nicht in so wenigen Worten mitgeteilt werden können, wie die oben herausgegriffenen Beispiele.

terschiedsschwelle für die Schlankheit von Rechtecken geprüft, dabei zwei sehr verschieden große Rechtecke, die sich jeweils um ein Weniges im Längenverhältnis ihrer Seiten unterschieden, vergleichen lassen und gefunden, daß diese Schlankheitsschwelle nicht nur nicht größer ist, als die Augenmaßschwelle, sondern sogar etwas kleiner. Der Komplex „Rechteck“ hat also eine Eigenschaft, die seine Elemente, die einfachen geraden Linien, nicht haben.

Das Seltsame, das alle diese Ergebnisse wohl für den Physiker zunächst besitzen, verschwindet vielleicht, wenn man bedenkt, daß zwischen Reiz und Empfindung nicht nur das periphere Sinnesorgan geschaltet ist, sondern auch das nervöse Zentralorgan, also ein sehr komplizierter Apparat, über dessen Verhalten gegenüber den Reizen wir zunächst gar nichts wissen, das vielmehr erst durch unsere psychologischen Versuche aufgeklärt werden soll.

Wenden wir nun unsere Ergebnisse auf die Tatsache der Unterschiedsschwelle an. Vorher sei nur noch auf eins hingewiesen: in unseren Beispielen für das Zusammenwirken von Reizen waren im allgemeinen solche Gegebenheiten wie Ausdehnung, Bewegung, von der Reizkonstellation tangiert worden, Gegebenheiten in der Form der gewöhnlich so genannten Empfindungen, also Farben, Töne usw., nur im ersten nicht voll beweiskräftigen Beispiel, beim Rhythmus. Man kann aus ihm vor allem ersehen, wie etwa auch für gewöhnliche Empfindungen der Nachweis zu erbringen wäre. Auf ganz anderem Boden gewonnenes, aber hierher gehöriges Material enthalten in Fülle die schon erwähnten Versuche von Katz (11). Man wird uns also nicht einwenden dürfen, daß wir für unser Empfindungsproblem noch gar nichts bewiesen hätten, um so weniger als alle unsere Beispiele vor allem den Zweck hatten, die Richtung zu zeigen, in der die neuesten Forschungen liegen.

In allen Versuchen über Unterschiedsschwellen wirken (mindestens) zwei Reize, eben die zu vergleichenden. Wir haben also einen Reizkomplex, ihm entsprechend ein Gesamterlebnis, und wir können, wenn wir die Theorie dieses Gesamterlebnisses machen wollen, nicht mehr einfach auf die Einzelreize rekurren. Wir werden vielmehr untersuchen müssen, wie zwei Reize als Reizkomplex wirken, was für Arten von Gesamterlebnissen ihnen entsprechen. Damit solche Versuche wirklich für unsere Theorie beweisend ausfallen, wird man sie so einzurichten suchen, daß ihre Resultate mit der anderen Theorie nicht verträglich oder wenigstens aus ihr nicht erklärbar sind. Gelingt dies, was nach noch unveröffentlichten Versuchen Wertheimers der Fall zu sein scheint, so können wir die Tatsache der Unterschiedsschwelle folgerichtig so ausdrücken: zwei wenig verschiedene Reize bewirken als Reizkomplex ein Gesamterlebnis mit zwei gleichen Gliedern, es findet eine

„Angleichung“ statt (Wertheimer)¹⁾. Es erhebt sich nach dieser Auffassung sofort die konkrete Aufgabe, die Gesetze dieser Angleichung zu finden, es wird Bedingungen geben, die günstig und solche, die ungünstig für ihre Wirksamkeit sind, dementsprechend wird für die gleiche Reizart die Unterschiedsschwelle noch von allerlei Bedingungen,* von denen die Aufmerksamkeit nur eine ist, abhängen. So fand z. B. Specht (22), daß Genuß von Alkohol eine Herabsetzung der absoluten Schwelle, also eine Steigerung der allgemeinen sensorischen Erregbarkeit, aber eine Heraufsetzung der Unterschiedsschwelle, die sich besonders in einer Zunahme der Gleichheitsurteile kundgab, also nach unserer Auffassung eine Begünstigung der Angleichung bewirkt.

Die hier skizzierte Aufgabe hat Max Wertheimer in Angriff genommen und schon ein ausgedehntes Tatsachenmaterial dafür zusammengebracht; in seinen Vorlesungen hat er auch schon die Theorie der Angleichung und die Beweise dafür vorgetragen, nur die Inanspruchnahme durch Kriegsarbeit hat ihn nicht zur Publikation kommen lassen, so daß ich mich mit den wenigen Andeutungen notgedrungen begnügen muß.

Blicken wir zurück, so sehen wir, Wertheimers Theorie geht über die Theorien von Ebbinghaus und Cornelius hinaus. Das Erklärungsprinzip von Ebbinghaus, die Beharrungstendenz der ersten nervösen Erregung, liegt zweifellos auf dem Weg zu Wertheimers Angleichung, nur ist diese sehr viel umfassender, es kommt nicht nur die Wirkung des ersten Reizes auf den zweiten in Frage, sondern die Wechselwirkung der Reize aufeinander; damit ist auch die eine Lücke in der Erklärung von Ebbinghaus, die Unterschiedsschwelle bei gleichzeitig dargebotenen Reizen, beseitigt. Wie Wertheimer die prägnant falschen Fälle erklärt, wird seine Publikation zeigen, daß sie mit seiner Theorie nicht unverträglich sind, folgt schon daraus, daß er die Konstanzannahme nicht verwendet. Cornelius gegenüber bedeutet die Theorie eine Konkretisierung, die neben dem theoretischen auch den praktischen Vorzug hat, direkt auf experimentell entscheidbare Probleme zu führen. Aufmerksamkeit ist zudem nur noch indirekt wirksam zu denken, als Faktor, der die Angleichung beeinflußt.

Wie steht es nun mit der Frage nach der Stetigkeit? Ebbinghaus konnte sie mit seiner Theorie vereinen, Cornelius verwarf sie. Die Tatsache der Angleichung kann darüber, das lehrt uns Ebbinghaus, nichts entscheiden. Was besagt uns wirklich die Behauptung einer stetigen Empfindungsreihe? Im strengen Sinn folgendes: wenn ich einen Reiz allein biete, so ist die Empfindung fest durch ihn und nur durch ihn bestimmt. hätte ich einen um noch so wenig verschiedenen

¹⁾ Eine Reihe von Einzeltatsachen, die diese Gesetzmäßigkeit zeigen, sind schon längst bekannt aus Arbeiten von Stumpf, Müller, Wundt u. a.

Reiz geboten, so wäre eine andere Empfindung aufgetreten. Hiergegen kann die Tatsache der Unterschiedsschwelle nichts besagen, denn bei ihrer Prüfung haben wir ja gar nicht die Bedingung nur eines Reizes. Daß auch die anderen Beweise pro und contra Stetigkeit alle nicht zwingend sind, haben wir schon gesehen, bis auf das Argument von *Ebbinghaus* aus der Abhängigkeit der Empfindungssprünge (bei langsamer stetiger Reizveränderung) vom Ausgangspunkt. Aber auch dies Argument verliert seine Beweiskraft ebenso wie das von *G. E. Müller* (s. o.) durch den Hinweis darauf, daß es die Konstanzannahme enthält. Es ist nur zwingend, wenn die Empfindungssprünge nicht nur bei verschiedenen, vom Ausgangspunkt bedingten, Reizen, sondern auch bei verschiedenen Empfindungen stattfinden. Das ist aber nicht bewiesen, sondern nur aus der Konstanzannahme gefolgert, die Darstellung unserer Fig. 1 bleibt also durchaus möglich.

Es gibt also keinen Beweis für die Stetigkeit. Gibt es Gründe dagegen außer der Unterschiedsschwelle? Da ist nun folgendes zu bemerken: wir leben nicht in einem Laboratorium, in dem immer nur fest bestimmte und konstante Reize auf uns wirken, sondern in einer Welt, in der genau der gleiche Reiz praktisch nicht zweimal wiederkehrt, in der also die gleichen Dinge als Reize doch immer verschieden sind (verschiedene Lage zu uns, verschiedene Beleuchtung usw.). Was für eine Erschwerung wäre es für uns, wenn unsere Empfindungen ebenso variierten wie die Reize, wie schwer müßte es dann sein, irgendetwas wiederzuerkennen! Tatsächlich folgen nun im gewöhnlichen Leben, wie *Katz* (11) an einem sehr reichen Tatsachenmaterial gezeigt hat, die Veränderungen der Farbenempfindungen gewissen Reizveränderungen nur langsam, sehr viel langsamer, als sie es unter Laboratoriumsbedingungen tun. Prüfen wir ferner die Unterschiedsschwelle in sukzessiven durch größere Zwischenzeit getrennten Darbietungen, wie es *A. Lehmann* (17) bei der Untersuchung des Wiedererkennens getan hat, so finden wir einen größeren Wert von einer ganz anderen Größenordnung. Innerhalb der Schwarz-Weiß-Reihe sind etwa nur noch 5 (maximal 7) Stufen zu unterscheiden, so viele Stufen nämlich wie wir Namen besitzen. Diese Versuche sind nun gerade dadurch ausgezeichnet, daß jeder Reiz für sich und nicht im Reizkomplex wirkt.

Auf die gleiche Anzahl Stufen stieß auch *Katz* (11) bei seinen ganz andersartigen Experimenten; er fand, daß in der Schwarz-Weiß-Reihe 5 Abschnitte zu trennen sind, die sich einer Beleuchtungsveränderung gegenüber verschieden verhalten, mehr oder weniger von ihr beeinflusst werden.

Schließlich liegen noch Experimente folgender Art vor, die zuerst von *Kölpe* (16) ausgeführt worden sind: exponiert man für eine kurze Zeit eine Reihe verschiedener und verschieden gefärb-

ter Figuren und stellt dem Beobachter die Aufgabe, zu erkennen, wie viele und was für Figuren exponiert waren, so kann er nachher nur ganz allgemeine Angaben über die Farbe machen. Er weiß, daß einige Figuren farblos, andere bunt, einige dunkel, andere hell waren, mehr aber nicht. Das legt den Schluß nahe, den *Kölpe* auch zieht, während der Beobachtung sei dem Beobachter auch nichts anderes gegeben gewesen, blau und rot haben, z. B., beide in gleicher Weise nur so gewirkt, daß die Figuren bunt, im Gegensatz zu grau, gesehen wurden, ein Schluß, dem man sich anschließen möchte, wenn man den Versuch selbst ausführt. Dies Experiment ist dabei gar nicht so lebensfremd, wie es zuerst aussieht: wir gehen durch die Welt immer mit bestimmten Interessen, nur ganz ausnahmsweise liegt uns daran, alle Qualitäten in ihrer Fülle zu erfassen. Wie oft passiert es uns, daß wir von einem Menschen, mit dem wir täglich zusammen sind, nicht wissen, welche Farbe seine Augen haben.

Gewiß ist die von uns versuchte Deutung aller dieser Versuche zur Zeit noch nicht zwingend, man wird sich immer noch auf andere als rein sensorische Faktoren wie Aufmerksamkeit und Gedächtnis berufen können, aber im großen Zusammenhang der neueren Erkenntnisse zeigen sie doch sehr deutlich in die Richtung, daß immer dann, wenn nicht eine Differenzierung speziell in Frage kommt, relativ sehr wenige verschiedene Empfindungen auftreten, daß also auf der Empfindungsseite nicht nur ein Diskretum, sondern ein solches mit großen Lücken vorliegt. Damit ist auch, worauf wir schon hinwiesen, den gewöhnlichen Erkenntnisbedingungen am besten entsprochen, zumal daneben ja die feine Unterschiedsschwelle besteht, die es dem Individuum ermöglicht, wenn nötig auch viel feinere Unterscheidungen zu vollziehen. Dann aber bilden die zu vergleichenden Reize einen Reizkomplex, ihnen entspricht ein Gesamterlebnis, dessen Gliederung nicht durch die Einzelreize voll bestimmt ist, sondern durch ihr Zusammensein nach bestimmten Gesetzen geregelt wird. Wir untersuchen dann gar nicht das Stetigkeitsproblem für Einzelreize, wie wir es auf Seite 25 formuliert haben. Man hat bisher als selbstverständlich angenommen, daß man durch die Größe der Unterschiedsschwelle die Zahl der verschiedenen in einem Sinnesgebiet vorhandenen Empfindungen messen darf. Nach unserer Auffassung ist die Beziehung zwischen diesen beiden Tatsachengebieten keine so enge. Die Schwellenversuche lehren nur, wie feine Unterscheidungen wir unter bestimmten Bedingungen machen können, nicht aber wie viele Empfindungen wir unter ganz anderen Bedingungen wirklich haben.

Wenn man dagegen sagt, die Unterschiede seien zwar immer vorhanden, sie würden nur nicht immer bemerkt, so ist das der Ausdruck, den die zuerst besprochene Theorie (*Stumpf*) für den dargestellten Tatbestand verwendet. Dann braucht

man wieder die Konstanzannahme und das Bemerkens, während wir statt des *Nichtbemerkens* des Unterschieds sein Nichtvorhandensein setzen, also annehmen, daß unter Umständen sehr verschiedenen Reizen gleiche, unter andern Umständen sehr ähnlichen Reizen verschiedene Empfindungen entsprechen.

Von den Komplexgesetzen, die unsere Theorie braucht, kennen wir schon das der Angleichung, das unterschiedsverwischend wirkt. Daneben gibt es nun aber auch das Gesetz der Abhebung, der Prägnanz; wenn überhaupt ein Unterschied zustande kommt, so kommt gleich ein tüchtiger, prägnanter heraus, wie sich ergibt, wenn man vom Beobachter den als vom Normalreiz verschieden empfundenen Vergleichsreiz herstellen läßt: der dann hergestellte Reiz ist stärker vom Normalreiz verschieden als der zur Beurteilung dargebotene. (Vorlesungen von Wertheimer, vgl. auch seine Diskussionsbemerkung zu dem Vortrag von Benussi auf dem VI. Kongreß f. exp. Psychologie in Göttingen, 1914.)

Die Frage nach der Stetigkeit der Empfindungen können wir demnach so beantworten: wirken Reizkomplexe, so gelten die Komplexgesetze (Angleichung, Abhebung), es kommt also nicht zur Stetigkeit (Tatsache der Unterschiedsschwelle). Wirken Einzelreize, so zwingt uns nichts, Stetigkeit anzunehmen, wohl aber sprechen viele Gründe experimenteller wie biologischer Natur dagegen. Es wäre nicht nur eine Verschwendung, sondern sogar biologisch schädlich, wenn wir für jeden Reiz eine andere Empfindung hätten.

Hier schließen wir uns also Cornelius gegenüber Ebbinghaus an, aber wir gehen auch hier über ihn hinaus. Bei ihm ist noch eine große und feste Zahl von Empfindungen innerhalb eines Reizgebiets vorhanden, die Mehrdeutigkeit in der Beziehung Reiz—Empfindung ist relativ beschränkt. Beides scheint nicht mehr nötig. Die Zahl der Empfindungen ist nicht von vornherein fest, man kann nur von einer durch Übung erreichbaren maximalen Zahl sprechen, die aber nicht durch die Unterschiedsschwelle gemessen werden kann, vielmehr aller Erwartung zufolge weit hinter einer so gewonnenen Zahl zurückbleibt. Daher wird man auch den Spielraum in der Beziehung Reiz—Empfindung viel weiter annehmen müssen.

Fassen wir zusammen. Da es gelungen ist, die Unterschiedsschwelle ebenso zu erklären wie die absolute, also, um auf eine Bemerkung am Anfang dieses Aufsatzes zurückzukommen, das Nichtbemerken eines Reizes wie eines Reizunterschiedes durch einfache, naturwissenschaftlich faßbare Prinzipien¹⁾ in *analoger* Weise zu erklären,

¹⁾ Auch Stumpfs Theorie beruht auf naturwissenschaftlichen Prinzipien und ist physiologischer Hypothesenbildung zugänglich. Diese Hypothesen können im Grundprinzip nicht so einfach sein, da neben den unmerklich verschiedenen Empfindungen auch ihre merkliche Gleichheit erklärt werden muß. Der Kon-

so werden wir, wenn auch noch die experimentelle Forschung eindeutig für Wertheimers Anschauung sprechen sollte, wofür einige Wahrscheinlichkeit besteht, aus wissenschaftstechnischen Gründen die Theorie von Stumpf aufgeben, die das nicht leistete. Den Unterschied der neuen von der alten Auffassung können wir abschließend vielleicht so aussprechen: die alte Theorie legte das Hauptgewicht auf die Reize, damit auf die dem Organismus aufgezwungenen Vorgänge; nun besitzt unser nervöser Apparat aber eine starke Eigentätigkeit, die neue Auffassung zieht gerade deren Anteil ans Licht und sucht die Frage zu beantworten: wie verhält sich ein Organ mit starken Eigenschwingungen gegenüber der Fülle der auf es wirkenden Reize?

Literaturverzeichnis.

1. V. Benussi: Gesetze der inadäquaten Gestaltauffassung (die Ergebnisse meiner bisherigen experimentellen Arbeiten zur Analyse der sogen. geometrisch-optischen Täuschungen [Vorstellungen außersinnlicher Provenienz]). Archiv f. d. ges. Psychol. 32, 1914.
2. V. Benussi: Psychologie der Zeitauffassung. VI. Band der Psychologie in Einzeldarstellungen, herausgeg. von H. Ebbinghaus f. und E. Meumann, Heidelberg 1913.
3. Th. L. Bolton: Rhythm. Amer. Journ. of Psychol. 6, 1893.
4. K. Bühler: Die Gestaltwahrnehmungen. Experimentelle Untersuchungen zur psychologischen und ästhetischen Analyse der Raum- und Zeitanschauung. I. Stuttgart 1913.
5. H. Cornelius: Psychologie als Erfahrungswissenschaft. Leipzig 1897.
6. H. Ebbinghaus: Grundzüge der Psychologie I². Leipzig 1905.
7. Ch. v. Ehrenfels: Über Gestaltqualitäten. Vierteljschr. f. wissenschaftl. Philos. 14, 1890.
8. A. Gelb: Versuche auf dem Gebiet der Zeit- und Raumanschauung. Ber. üb. d. VI. Kongr. f. exp. Psychol. Herausgeg. v. Schumann. Leipzig 1914.
9. E. R. Jaensch: Zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen. Experimentell-psychologische Untersuchungen nebst Anwendung auf die Pathologie des Sehens. Erg. Bd. 4 d. Zts. f. Psychol. Leipzig 1909.
10. E. R. Jaensch: Über die Wahrnehmung des Raumes. Eine experimentell-psychologische Untersuchung nebst Anwendung auf Ästhetik und Erkenntnislehre. Erg. Bd. 6 d. Zts. für Psychol. Leipzig 1911.
11. D. Katz: Die Erscheinungsweisen der Farben und ihre Beeinflussung durch die individuelle Erfahrung. Erg. Bd. 7 d. Zts. f. Psychol. Leipzig 1911.
12. F. Kenkel: Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Erscheinungsgröße und Erscheinungsbewegung bei einigen sogenannten optischen Täuschungen. Beiträge zur Psychologie der Gestalt- und Bewegungserlebnisse, herausgeg. von K. Koffka. I. Zts. f. Psychol. 67, 1913.
13. K. Koffka: Experimentaluntersuchungen zur Lehre vom Rhythmus. Zts. f. Psychol. 52, 1909.
14. K. Koffka: Psychologie der Wahrnehmung. Die Geisteswiss. I. 1913/14.
15. W. Köhler: Über unbemerkte Empfindungen und Urteilstäuschungen. Zts. f. Psychol. 66, 1913.
16. O. Külpe: Versuche über Abstraktion. Ber. üb. d. I. Kongr. f. exper. Psychol., herausgeg. v. Schumann. Leipzig 1904.

zeption nach fallen ferner hier psychologische und physiologische Erklärung auseinander, diese ist nur ein Annex zu jener, während die Wertheimerische Theorie gerade dadurch ausgezeichnet ist, daß psychologische und physiologische Theorie aufs engste zusammenhängen, einander bedingen.

17. A. Lehmann: Über Wiedererkennen. Phil. Stud. 5, 1889.
18. E. Meumann: Untersuchungen zur Psychologie und Ästhetik des Rhythmus. Phil. Stud. 10, 1894.
19. G. E. Müller: Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen. Zts. f. Psychol. 10, 1896.
20. G. E. Müller: Zur Grundlegung der Psychophysik. Berlin 1878.
21. G. E. Müller: Die Gesichtspunkte und Tatsachen der psychophysischen Methodik. S. A. aus *Asher* und *Spiro*, *Ergebn. d. Physiol.* 2. Jahrg., II. Abtlg. Wiesbaden 1903.
22. W. Specht: Die Beeinflussung der Sinnesfunktionen durch geringe Alkoholgengen. I. Teil: Das Verhalten von Unterschiedsschwelle und Reizschwelle im Gebiet des Gehörssinnes. *Arch. f. d. ges. Psychol.* 9, 1907.
23. C. Stumpf: Erscheinungen und psychische Funktionen. Abhdl. d. Kgl. Preuß. Ak. d. Wiss. v. J. 1906. Berlin 1907.
24. C. Stumpf: Tonpsychologie I. Leipzig 1883, II. 1890.
25. M. Wertheimer: Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegungen. Zts. f. Psychol. 61, 1912.

Besprechungen.

Neisser, Albert, *Die Geschlechtskrankheiten und ihre Bekämpfung. Vorschläge und Forderungen für Ärzte, Juristen und Soziologen.* Mit einem Bild in Heliogravüre. Berlin, Julius Springer, 1916. XII. 331 S. Preis M. 8,—.

Schon vor Beginn des Krieges war im letzten Jahrzehnt allmählich das allgemeine öffentliche Interesse für die Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten und die aus der Prostitution resultierenden Schäden stetig gewachsen. Es ist besonders der rührigen Agitation Neissers und der von ihm begründeten Deutschen Gesellschaft zur Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten zu danken, daß diese für das Volkwohl so wichtigen Dinge — entgegen der Prüderie früherer Zeiten — in breiter Öffentlichkeit diskutiert und manch wichtiger Fortschritt auf diesem Gebiet erzielt worden ist. Wie alle Kriege, so hat auch der jetzige Weltkrieg ein starkes Anschwellen dieser Krankheiten bewirkt, und es ist deshalb mit Recht dieser Materie noch erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet worden. In gleicher Weise sind Mediziner, Juristen, Soziologen an diesen Problemen interessiert, zumal nach den großen Menschenverlusten in diesem Kriege die Frage des Geburtenrückganges, für welche die Geschlechtskrankheiten ja eine sehr große Bedeutung haben, eine brennende geworden ist. Zur richtigen Zeit erscheint deshalb dieses Buch, welches der unermüdlich rührige und tätige Verfasser noch kurz vor seinem leider allzu frühen Tode abgeschlossen hat, und das gewissermaßen sein letztes wissenschaftliches Vermächtnis darstellt. Im wesentlichen bringt das Buch für den Fachmann nichts Neues, aber es enthält in klarer, übersichtlicher und einfacher, auch dem Nichtmediziner ohne weiteres verständlicher Form alles Wissenswerte, die gesamte Literatur über den Gegenstand, die hier zum erstenmal zusammengefaßt ist; das bezieht sich sowohl auf rein medizinische Fragen — wie das Wesen der Geschlechtskrankheiten und ihre Behandlung, ihre Bedeutung für Ehe und Vererbung, das Problem der Prophylaxe durch Schutzvorrichtungen — als auch auf sexuelle Pädagogik und Ethik, ferner auf juristische Fragen, wie die Eingliederung der Geschlechtskrankheiten in das Seuchengesetz, Anzeigepflicht, die Prostitution, die Frage der Reglementierung und des Abolitionismus usw. Einen

wesentlichen Punkt bildet die Ablehnung der polizeilichen Überwachung der Prostitution und der Ersatz derselben durch eine Sanitätskommission. Diese modifizierte Form der Reglementierung der Prostitution und die Bekämpfung der von diesem Hauptherd ausgehenden Geschlechtskrankheiten auf diesem mehr medizinischen Wege empfiehlt Neisser schon seit Jahren, sie ist seine ureigenste Schöpfung. Es ist indes nicht zu verkennen, daß auch diese Art der Überwachung der Prostitution schließlich eine Art polizeilichen Charakters gewinnt; ohne diesen Zwang ist da anscheinend wenig auszurichten. Auch stellen sich der praktischen Ausführung dieser Maßregel nicht unerhebliche Schwierigkeiten in den Weg. Trotzdem verdient sie wohl Beachtung und stellt jedenfalls eine Art Kompromiß zwischen Abolitionismus und Reglementierung dar, über dessen praktischen Wert die Akten noch nicht geschlossen sind. Auf den weiteren reichen Inhalt des Buches, das mit einem vorzüglichen Bild Neissers geschmückt ist, will ich hier nicht weiter eingehen. Für jeden, der sich mit diesen für das Volkwohl so wichtigen Fragen beschäftigen will, bildet das Buch einen unentbehrlichen und zuverlässigen Ratgeber, der auch die weiteren Wege zur Vertiefung in die Materie weist. Wir müssen Neisser dankbar sein, daß er seine letzte Lebenszeit trotz vielfacher Krankheit, aufreibender Kämpfe, Mühe und Arbeit im Beruf benutzt hat, um mit erstaunlichem Fleiß dieses wichtige Buch zusammenzustellen, das in seinen Hoffnungen und Zielen ganz von der Menschenfreundlichkeit und dem Optimismus durchglüht ist, welche Grundzüge der Persönlichkeit Neissers waren.

A. Buschke, Berlin.

Krolls Stereoskopbilder zum Gebrauche für Schielende, 28 zumeist farbige Tafeln von Richard Perlia. Achte verbesserte Auflage. Leipzig, L. Voß, 1915. Preis M. 3,—.

Der Titel dieser Sammlung ist so zu verstehen, daß es sich hier stets um Bilder eines solchen Formats handelt, daß sie in ein gewöhnliches Stereoskop der Brewsterschen Art eingeschoben werden können. Stereogramme sind nur die letzten 6 Nummern (23—28).

Der Zweck dieser Bilderreihe ist der medizinische: schielenden Kindern Übungsmaterial darzubieten. Das geschieht in drei Stufen. In der ersten, den Nummern 1—7, handelt es sich um völlig verschiedene Objekte, die auf den beiden Seiten des Bildträgers dargestellt sind, wie etwa auf Nr. 1 links die Falle und rechts die Maus oder auf Nr. 3 links die Birne und rechts die Wespe. Diese Bilder sollen so lange gebraucht werden, bis auch das schielende, in der Regel durch Nichtgebrauch geschwächte Auge das ihm dargebotene Bild erkennt. Bei der zweiten Stufe, den Nummern 8—22, finden sich zwar auch noch grundsätzlich verschiedene Bildhälften, jedoch wiederholt sich auf beiden Bildern wenigstens ein Teil, und es liegt die Absicht vor, die Verschmelzung der übereinstimmenden Umrisse einzuüben. Um den Beginn der Übungen zu erleichtern, gestatten die Nummern 21 und 22, den Bildabstand durch Verschiebung der rechten Hälfte in ziemlich weiten Grenzen, etwa zwischen 42 und 85 mm, zu verändern, so daß ein nach innen (außen) schielendes Kind zunächst mit einem besonders kleinen (großen) Abstand der Bilder beginnen und allmählich an einen größeren (kleineren) gewöhnt werden kann. Gegenüber diesen bunten Bildern handelt es sich bei den Gliedern der letzten, stereoskopischen Gruppe, den Nummern 23—28, um einfache Autotypen von

einem groben Raster. Es sind ausnahmslos nahe Gegenstandsgruppierungen, wie Spielzeug oder Stilleben oder auch das Innere eines Zimmers, dargestellt worden.

Die Abstände entsprechender Punkte bei den Nummern 8—20 messen meistens 60 mm, sind gelegentlich auch wohl etwas kürzer, bis zu 57 mm, ausgefallen. Bei der letzten Gruppe, den Nummern 23—28, schwanken die Abstände der fernsten Punkte etwa zwischen 67 und 73 mm.

Befremdend wirkte es auf den Referenten, bei dieser 1915 erschienenen Veröffentlichung der Gebrauchsanweisung noch eine Übersetzung ins Englische und ins Französische beigelegt zu sehen.

M. von Rohr, Jena.

Fonrobert, Ewald, Das Ozon. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1916. VIII, 282 S. und 1 Abbildung. Preis geh. M. 10,80, geb. M. 12,—.

Die bisherige zusammenfassende Literatur über das Ozon erstreckte sich mit Ausnahme des von C. Engler verfaßten Buches „Historisch-Kritische Studien über das Ozon, Halle 1879“ lediglich auf die Einwirkung des Ozons auf organische Verbindungen. Es sind da vor allen Dingen die drei folgenden zu nennen: 1. *Amand Valeur*, Prof. agrégé, à l'école supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris (1909), *Action de l'ozone sur les composés organiques*; 2. *Kurt Langheld*, Privatdozent der Chemie in Würzburg (1911), *Über Ozonide*; 3. Untersuchung über das Ozon und seine Einwirkung auf organische Verbindungen von C. D. Harries, Berlin (1916). Eine neuere Zusammenfassung, die in gedrängter Form alles bietet, was über das Ozon auf chemischem, physikalisch-chemischem, physikalischem und technischem Gebiete bekannt ist, fehlte. Diesem Mangel will das Fonrobertsche Buch abhelfen. Es bringt eine umfangreiche und beinahe vollständige Literaturzusammenstellung bis hinein in die neueste Zeit. Die oben erwähnte wertvolle Arbeit von Engler scheint mir der Verfasser nicht genügend gewürdigt zu haben, sonst wäre wohl kaum der auch bei der übrigen wissenschaftlichen Literatur verbreitete Irrtum, der die allgemein gebräuchliche Ozonröhre auf Berthelot zurückführt, in dieses Buch hineingekommen. Das Prinzip der Ozonröhre und auch ihre Grundform, die sich bis heute noch nicht geändert hat, wurde bereits von *Werner von Siemens* angegeben. Dieser benutzte als Elektroden Metallbelegungen, die dann von späteren Forschern durch leitende Flüssigkeiten ersetzt worden sind. Diese Entwicklung knüpft sich an die Namen *Thenard*, *Wislicenus*, *Kolbe*. *Berthelot* beschreibt den bereits von *Kolbe* näher charakterisierten Apparat, ohne jedoch diesen zu erwähnen (vgl. hierzu *Engler*, S. 32 und 33).

Durch die ausführliche und, soweit sich übersehen läßt, vollständige Literatursammlung des Fonrobertschen Buches ist demjenigen, der sich über das Ozon orientieren will, ein äußerst wertvolles Hilfsmittel an die Hand gegeben. Es war bisher fast unmöglich, sich in der in den verschiedensten Zeitschriften zerstreuten Ozonliteratur zurechtzufinden. Daß der Verfasser einer solchen Zusammenstellung nicht alle Gebiete, in die der von ihm behandelte Gegenstand gehört, gleichmäßig beherrscht, ist, namentlich wenn da Physik, Chemie und Technik zu nennen sind, nicht weiter hervorzuheben. Solche Arbeit wie die vorliegende teilt mit ähnlichen den Mangel, daß sie nur sammelt, ohne eine kritische Würdigung zu geben, die

dem Leser erwünscht ist. Dieser Mangel macht sich besonders auf physikalischem und technischem Gebiete bemerkbar, während er auf organisch-wissenschaftlichem Gebiete, wo der Verfasser zu Hause ist und selbst eine Reihe von Arbeiten veröffentlicht hat, nicht hervor tritt. Es ist zu wünschen, daß die demnächst in der Sammlung Ahrens von Dr.-Ing. *Max Moeller* erscheinende Arbeit: „Die physikalische Chemie des Ozons“ das Fonrobertsche Buch in wertvoller Weise ergänzt.

Hans Adam, Berlin-Siemensstadt.

Lipschütz, A., Zur allgemeinen Physiologie des Hungers. Sammlung Vieweg „Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik“. Heft 26. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1916. 91 S., 31 Figuren und 1 Tafel. Preis M. 3,—.

„Wenn die Gesamtheit der Assimilationsprozesse den Dissimilationsprozessen die Wagschale hält, so ist Stoffwechselgleichgewicht vorhanden.“ „Jede Variation eines einzelnen Gliedes sowohl der Assimilations- als der Dissimilationskette kann als ein spezielles Problem der Physiologie des Hungers aufgefaßt werden.“ Bei dieser Definierung können eine große Zahl von Lebensvorgängen in den Begriff des Hungers eingeschlossen werden. Verfasser behandelt zunächst die Veränderungen der chemischen Zusammensetzung des hungernden Organismus und den Stoffwechsel im Hunger, zum Teil auf dem Grunde eigener Versuche. Das wichtige Kapitel des Kampfes der Teile beim partiellen Hunger wird insbesondere im Anschluß an Versuche über den Phosphorhunger, die *W. Heubner* zusammen mit dem Verfasser angestellt hat, besprochen. Der Kampf der Teile im Hunger führt dazu, daß Organe von intensiverer Funktion von anderen bevorzugt werden. Dieser Ausgang des Kampfes der Teile bildet die Voraussetzung dafür, daß der Organismus einer gewaltigen Verminderung an organischer Substanz standhalten kann. Der Kampf der Teile im Hunger hat zur Folge, daß einzelne Organe sogar auf Kosten anderer wachsen können, so beim laichenden Rheinlachs der Eierstock auf Kosten der Rumpfmuskulatur. Im Schlußkapitel wird die praktische Bedeutung der allgemeinen Physiologie des Hungers besprochen.

L. Lichtwitz, Göttingen.

Haberlandt, G., Über Pflanzenkost in Krieg und Frieden. S.-A. a. d. 10. Jahrgang der international. Monatsschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik. Leipzig, B. G. Teubner, 1916. Preis M. 0,75.

Alle Nahrung stammt aus dem Pflanzenreich. Von den 2700 Kalorien, die in Deutschland auf Kopf und Tag entfallen, werden 72% durch pflanzliche Nahrung gedeckt. Die Nährstoffe der Pflanzen sind in Zellen eingeschlossen, deren Membranen den Zutritt der Verdauungssäfte erschweren. Die pflanzliche Nahrung braucht daher eine viel stärkere mechanische und chemische Vorbereitung als die tierische und erfährt trotzdem im Magenkanal des Menschen eine viel schlechtere Ausnützung.

H. erörtert vom Standpunkt des Botanikers die Nahrungsmittel aus dem Pflanzenreich, die nach ihrem Gehalt an Nährstoffen in drei Gruppen (Laubblätter, Stengel und Wurzeln, Samen und Früchte) zerfallen. Eiweiß- und Gesamtnährstoffgehalt dieser Nahrungsmittel werden im Zusammenhang mit Fragen des Feldertrages, der Volksernährung und besonders der Kriegswirtschaft in sehr anziehender und anregender Weise besprochen.

L. Lichtwitz, Göttingen.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

14. Dezember. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Prof. Emil Waelsch in Brünn übersendet eine Abhandlung mit dem Titel: „*Quaternionen und binäre Formen zu den Minkowski'schen Grundgleichungen der Elektrodynamik. IV. Mitteilung.*“

Dr. Robert Bárány in Wien übersendet ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung der Priorität mit der Aufschrift: „*Ergänzung zur Ätiologie und Therapie der Otosklerose.*“

Das w. M. Hofrat Prof. Dr. v. Wettstein überreicht eine Abhandlung von Prof. Dr. Fridolin Krasser (Prag) mit dem Titel: „*Studien über die fertile Region der Cycadophyten aus den Lunzer Schichten: Mikrosporophylle und männliche Zapfen.*“ (Durchgeführt mit Unterstützung aus den Erträgen der Erbschaft Treitl.)

Die in der Sitzung vom 1. Dezember v. J. (siehe Anzeiger Nr. 25, p. 310) vorgelegte Abhandlung von Dr. A. Lipschütz hat folgenden Inhalt:

„*Mitteilungen aus der Biologischen Versuchsanstalt der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien (Physiologische Abteilung: Vorstand: E. Steinach), Nr. 23. Entwicklung eines penisartigen Organs beim maskulierten Weibchen.*“ Von Dr. med. Alexander Lip-

schütz, Privatdozent der Physiologie an der Universität Bern. Beim maskulierten Weibchen kommt ein penisartiges Organ zur Ausbildung, das aus zwei Schwellkörpern, einer wohl ausgebildeten Vorhaut und abnorm gelagerten stachel-förmigen Gebilden, wie sie beim Meerschweinchen sonst im Blindsack des Penis vorhanden sind, besteht. Die männliche Pubertätsdrüse fördert die Entwicklung des Clitoris und verhält sich somit antagonistisch gegenüber der weiblichen Pubertätsdrüse, die das Wachstum des Penis hemmt. Mit dieser Beobachtung wird das Bild der Maskulierung, wie Steinach sie früher auf Grund seiner Versuche beschrieben hat, vervollständigt.

Dr. Rudolf Wagner legt eine Arbeit vor mit dem Titel: „*Erläuterungen zu Beccari's schematischer Darstellung einer Myrmecodia.*“ Verfasser konnte 1916 den Nachweis führen, daß die Zweige von *Hydnophytum Jack Sympodien*, bzw. *Sympodialsysteme* darstellen, die in einem Falle (bei *H. angustifolium* Merr. von den Philippinen) bis 34 Sproßgenerationen aufwiesen („Über den Richtungswechsel der Schraubelsympodien von *Hydnophytum angustifolium* Merr.“ Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien, 1916). Die Abbildungen der Myrmecodiastämme bieten ein kausistisches Unikum, werden durch Eintragen der Verzweigungsformeln als *Schraubelsympodien* nachgewiesen.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Heft 10, Oktober 1916.

Zur Theorie der optischen Instrumente mit automatischer Scharfeinstellung; von H. Lehmann. In der Arbeit wird die geometrische Grundlage der bisher bekannten Apparate mit automatischer Einstellung in zusammenfassender Weise behandelt. Ausgegangen wird von einer bisher in Deutschland weniger bekannten graphischen Darstellung von Objekt- und Bildweite. Daran anschließend werden die Konstruktionen von Aug. Ferd. Möbius, von G. Helm, von Pizzighelli sowie von Le Chatelier behandelt. Schließlich wird eine geometrische Konstruktion gegeben, welche alle diese einzelnen Fälle zusammenfaßt. Im Nachtrag wird eine ganz neue, von den bisher bekannten völlig abweichende Konstruktion des Amerikaners Becker erörtert.

Zur Theorie der Polarisationsprismen: Einfluß von Strahlen, welche außerhalb des Hauptschnittes verlaufen, auf die Größe des Gesichtsfeldes; von H. Schulz. Es werden die Formeln für außerhalb des Hauptschnittes verlaufende Strahlen bei Polarisationsprismen aus Kalkspat angegeben, deren Achse parallel der brechenden Kante liegt. Als Resultat ergibt sich, daß die maximale Größe des Gesichtsfeldes nicht, wie bisher angenommen, für $n = \varepsilon$ eintritt, sondern daß in dem Bereich $1,4846 < n < 1,4882$ die außerhalb des Hauptschnittes verlaufenden Strahlen eine Einschnürung des Gesichtsfeldes bewirken. (n = Brechungsindex des Kalkes.)

Biochemische Zeitschrift; Band 76, Heft 3/4, 1916.

Über den Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Sauerstoffdissoziationskurve des Hämoglobins; von Peter Rona und Arvo Ylppö. Die Sauerstoff-Dissoziationskurve des Hämoglobins nimmt einen immer niedrigeren Verlauf, je größer die Wasserstoffionenkonzentration ist. Die Herabsetzung der prozentuellen Sauerstoffsättigung des Hämoglobins geht aber nur bis zu einer bestimmten Azidität ($pH \approx \text{ca. } 6,0$). Von da an beginnt das Hämoglobin bei steigender Wasserstoffionenkonzentration wieder mehr Sauerstoff aufzunehmen. Als wahrscheinlichste

Ursache dieses eigentümlichen Verhaltens des Hämoglobins bei verschiedenen Wasserstoffionenkonzentrationen wird die Entstehung und späteres Auflösen von Molekül aggregaten im Sinne von Barcroft und Hill angenommen.

Vergleichende Untersuchungen über den respiratorischen Stoffwechsel bei leichter Muskularbeit von normalen und anämischen Menschen; von Shigeshi Kakehi. Der respiratorische Ruhestoffwechsel des anämischen Menschen ist von demjenigen des normalen nicht wesentlich verschieden. Hingegen hat der Anämiker schon bei Muskularbeit mittleren Umfanges einen größeren Sauerstoffverbrauch und eine größere Kohlensäureproduktion als der normale Mensch. Hieraus geht hervor, daß die bei Anämie wirkenden kompensatorischen Faktoren bei Muskeltätigkeit nicht mehr ausreichend sind.

Studien zur allgemeinen Vergiftungslehre; von Martin Jacoby. Gifte (Sublimat, Cyankalium, Nickel) wirken durchaus verschieden auf fertig gebildete Enzyme (Ureasen) und auf die Fermentbildung in den Zellen (Ureasebildung in Bakterien). Die Fermente bilden mit dem Sublimat oder dem Nickel inaktive Komplexverbindungen, die durch Einwirkung entsprechender Substanzen (Cyankalium, Glykokoll) wieder in aktive Fermente zurückverwandelt werden können. So ist es gelungen, lösliche, inaktive Fermentverbindungen herzustellen, deren quantitative Reaktivierung noch nach längerer Zeit gelingt. Es ist damit ein Weg gegeben, Aufschluß über die Konstitution der wirksamen Fermentgruppen zu erhalten. Bestimmte Cyankaliumdosen verstärken die Ureasewirkung. Vielleicht besitzt das Ferment Ag-Gruppen, die mit dem Harnstoff vorübergehend Komplexverbindungen bilden, die dann unter Freiwerden von Ammoniak zerfallen. Die Entwicklungshemmung von Bakterien durch Gifte beruht wohl im wesentlichen auf Hemmung der Fermentbildung.

Meteorologische Zeitschrift; Heft 11, November 1916.

Die internationalen erdmagnetischen Charakterzahlen; von Ad. Schmidt. Seit Anfang 1906 wird unter

der (auch durch den Krieg nur wenig eingeschränkten) Mitwirkung fast aller (gegen 40) erdmagnetischen Observatorien der magnetische Charakter jedes Tages (ruhig, bewegt, gestört) festgestellt. Der Aufsatz gibt nach einem historischen Überblick über die Entwicklung dieser Gemeinschaftsarbeit eine Darstellung der wichtigsten Ergebnisse aus dem jetzt abgeschlossenen ersten Jahrzehnt (1906—1915) ihres Bestehens und weist auf deren Bedeutung auch für rein meteorologische Fragen hin.

Beiträge zur Kenntnis des jährlichen und täglichen Ganges der Temperaturabnahme mit der Höhe im Gebirge; von J. v. Hann. Es werden hauptsächlich einige Anomalien im täglichen Gange der Temperaturabnahme nach oben erörtert. In der Regel findet die rascheste Abnahme um 2 h oder 3 h nachmittags statt, zwischen Sonnwendstein und Wien aber erst um 6 h abends (wie auf Java). Deshalb wurde eine größere Anzahl von analogen (allerdings nicht so extremen) Fällen aus den Westalpen auch herbeigezogen. Dabei ergaben sich auch ganz abnorme Verhältnisse, rascheste Temperaturabnahme in der Nacht zwischen Hochtälern und der (entfernteren) Niederung (Chamonix-Genf, ein gleicher Fall auf Japan). Die Ursachen werden eingehender erörtert. Von Interesse ist ferner die tägliche Änderung der Wärmeabnahme mit der Höhe zwischen den *Berggipfeln*: Obir (2140 m) und dem *Sonnblick* (3106 m). Im Sommer beträgt selbe um 2 h p. 0,73 pro 100 m (Max.) und 0,61 um 2 h morgens (Min.). Im Winter aber verschwindet die tägliche Änderung fast völlig, wie dies auch für die freie Atmosphäre angenommen werden kann. Die *mittlere Wärmeabnahme* beträgt aber doch 0,60 (Winter), im Sommer 0,65 pro 100 m.

Die täglichen unperiodischen Druckschwankungen im Gebiete der Vereinigten Staaten Nordamerikas; von A. Defant. Die im ersten Band der Reports of the Chief of the weather Bureau 1898 bis 1902 neben den wirklichen Monatsmitteln des Luftdrucks veröffentlichten Monatsmittel des höchsten und tiefsten Barometerstandes eines jeden Tages für 28 Stationen im Gebiete der Vereinigten Staaten Nordamerikas wurden benutzt, um fünfjährige Monatsmittel der unperiodischen täglichen Druckschwankung zu berechnen. Der jährliche Gang, sowie die Verteilung dieser Größe werden eingehend besprochen und in Beziehung zu den Zugstraßen der Barometerminima in Nordamerika gebracht.

Die atmosphärische Quelle der durchdringenden Strahlung; von Franz Linke.

Zur atmosphärisch-optischen Störung des Sommers 1916; von J. Maurer. In den Schweizer Alpen ist diese bemerkenswerte Störung schon im letzten Drittel des Juli durch die anhaltend ungewöhnliche Größe des solaren Dunstschleiers aufgefallen, welcher sonst in den Sommermonaten nur schwach an Stärke und gering in Ausdehnung vorhanden ist. Seit Juni bereits nahm diese Dunstkorona auffällige Dimensionen an (bis zu 100° im Durchmesser) und von Ende Juli bis Mitte — Ende August erreichte sie zeitweilig sogar bis 140°. Am 6.—9. August traten dann die ersten typischen Dämmerungsstörungen auf mit jenen eigentümlichen, zartwelligen, oft flockig aussehenden, zirrusartigen Horizontalstreifen über dem Horizont, die erstmals im Jahre 1883 bei der bekannten großen Störung durch den Krakatoa-Ausbruch beobachtet worden sind. Die zarten, merkwürdigen „Dämmerungszirren“ wurden namentlich in den höheren alpinen Lagen noch bis im November gesehen. Den ganzen Komplex der Erscheinungen auf eine vulkanische Eruption zurückzuführen, ist bis zur Stunde nicht möglich; es ist auch wohl denkbar, daß kosmische Einflüsse beim diesjährigen Phänomen im Spiele sind.

Zoologischer Anzeiger; Band 48, Heft 4/5, 1916.

Die Unterschiede zwischen der großen Maräne des Madiisees und des Selentersees; von August Thiene-

mann. Die Unterschiede der beiden Maränenformen, die man bisher unter dem Namen *Coregonus maraena* (Bloch) zusammengefaßt hat, zeigen sich bei den Larven in der Pigmentierung, bei den entwickelten Fischen in dem Bau des Kiemenfilters. Die Zahl der Kiemenreusenzähne beträgt bei der erwachsenen Selentermaräne an dem Bogen I—IV 24, 25, 22, 19, bei der Madümaräne 30, 30, 26, 21; das Kiemenfilter ist bei der Madümaräne aber viel dichter als bei der Selentermaräne. Nach dem Bau des Kiemenfilters steht die Selentermaräne der fera des Bodensees also näher als der Madümaräne. Die Selentermaräne wird als *Coregonus maraena* subsp. *holsata* von der *C. maraena* subsp. *pommerana* genannten Madümaräne unterschieden.

Die Otenophorengattung Pleurobrachia in der nördlichen Adria. Notizen über die Fauna der Adria bei Rovigno; von Thilo Krumbach. (Fortsetzung.)

Hirudinées péruviennes; von M. Weber.

Insektenfährten im Ladenstaub naturwissenschaftlicher Sammlungen; von K. Toldt jun. In naturwissenschaftlichen Sammlungen finden sich am Boden von lange leer gestandenen, verstaubten Schubladen, Schachteln u. dgl. häufig eigentümliche Zeichnungen, welche durch lichte, mehr oder weniger gebogen und verschlungen verlaufende, volle oder in bestimmter Weise ornamentierte Streifen verschiedener Breite in der dunkleren Staubschicht bedingt werden. Das sind Fährten von Larven (volle Spuren) oder von Imagines (ornamentierte Spuren) verschiedener als Sammlungs-schädlinge berüchtigter Insekten. Nach Versuchen mit entsprechenden lebenden Tieren konnten bereits vorgefundene Fährten vielfach mit Sicherheit bestimmt werden. Es handelt sich hauptsächlich um Spuren verschieden weit entwickelter Individuen des Kabinetts- und Speckkäfers sowie einer Bienenkäfer ähnlichen Art (*Necrobia rufipes* Degeer), von Mottenraupen u. a.

Gewichte von Vögeleiern; von Wilhelm Schuster. Bisher sind nur Gewichte von ausgeblasenen Eiern, also Eierschalen festgestellt und bekanntgegeben worden, nicht aber die Vollgewichte der Eier. Man sucht Gewichtsangaben dieser Art vergeblich in der ornithologischen Literatur. In obiger Arbeit werden für eine Reihe von einheimischen Vogelarten die Eiertollgewichte mitgeteilt, z. B. Flußschwalbe 18,75 g, Zwergseeschwalbe 9,65 g, Lachmöve 35,41 g, Sturmmöve 53 g, Austernfischer 49 g, Kiebitz 26,5 g, Halsbandregenpfeifer 10 g, Zwergtaucher 12 g, Löffelente 36,33 g, Teichhuhn 21 g, Elster 10,1 g, Lerche 2,83 g. Die Eiertollgewichte sind für die Wissenschaft wichtiger als das Gewicht der Eierschalen, da sich die vollen Eier nach den einzelnen Vogelarten viel mehr unterscheiden als die leeren Eier.

Bureau of Standards; 1916.

Weitere Versuche über die Verflüchtigung des Platins; von G. K. Burgeß und A. G. Wallenberg. (Scient. Paper Nr. 280.) Bericht über die Gewichtsänderungen an sieben Platintiegeln, mit verschiedenem Gehalt an Iridium, Rhodium, Eisen und Silicium, welche nacheinander steigenden Erwärmungen auf 700, 1000 und 1200° C ausgesetzt und dann mit 1:4 kochender Salzsäure behandelt wurden. Bei Temperaturen bis 900° ist der Gewichtsverlust zu vernachlässigen, es tritt eher eine Gewichtszunahme wegen des zur Oberfläche diffundierenden und dort oxydierenden Eisens ein. Die Gewichtsabnahme nimmt sonst mit wachsendem Iridiumgehalt und steigender Temperatur zu. In oxydierender Atmosphäre nehmen die Tiegel kleine Mengen von Silicium aus dem Ofenmaterial auf. Die Gegenwart von Eisen und Silicium strebt die Verluste zu verringern.

Die Energieverteilung in dem sichtbaren Spektrum einer Acetylenflamme; von W. W. Coblenz und W. B. Emerson. (Scient. Paper Nr. 279.) Die Beobachtungen wurden an zylindrischen Acetylenflammen unter bestimmten Bedingungen angestellt. Vom Gelb

bis zum Violett ist die spektrale Energieverteilung anscheinend von der Dicke der strahlenden Schicht der in der Flamme glühenden Teilchen unabhängig, dagegen wird das Emissionsvermögen im Rot und Ultrarot hiervon stark beeinflusst.

Weitere Daten über die Oxydation von Automobilzylinderölen; von C. E. Waters. (Technol. Paper Nr. 73.) Drei Zylinderöle wurden dem Sonnenlicht und der Luft ausgesetzt und während 438 Stunden zu verschiedenen Intervallen ihre Oxydation durch Bestimmung ihrer Gewichtszunahme, ihres Säuregehaltes und ihrer Verkohlungszahlen beobachtet. Während die erstere sich allmählich relativ verringerte, wuchsen die beiden letzteren immer schneller an. Nach der Oxydation zeigte sich eine größere Tendenz zur Emulsionsbildung beim Schütteln mit Wasser. Die gebildeten Substanzen ließen sich zum Teil durch Filtrieren mit Tierkohle entfernen. Beim 1- bis 7-stündigen Erhitzen von 11 Ölen auf Temperaturen von 230–280° wuchs die Menge von verkohlter Substanz relativ stark an; sie ist unabhängig vom Flamm- und Entzündungspunkt und vom Verdampfungsverlust bei Erhitzung.

Plastisches Fließen; von E. C. Bingham. (Scient. Paper Nr. 278.) Versuche über den Ausfluß von Tonsuspensionen in Wasser aus Kapillarröhren bei verschiedenen Drucken ergaben, daß die Fluidität bei einer Konzentration von etwa 20 Volumenprozenten fester Substanz gleich Null ist. Dieser Punkt trennt scharf den Bereich des viskosen von dem des plastischen Fließens. Bei den kleineren Konzentrationen bewirkt also jede scherende Kraft eine dauernde Deformation, falls sie lange genug wirkt; bei größerem Gehalt an fester Substanz muß jedoch die scherende Kraft eine gewisse Größe überschreiten, um sie hervorzurufen. Bei mittleren Drucken folgt die ausfließende Menge dem Poiseuilleschen Gesetze, wenn man den Druck durch die Differenz: Druck–Reibung ersetzt. Die Reibung der plastischen Substanz wächst proportional dem Gehalt an fester Substanz, wird aber durch die Gegenwart von Alkalien und Säuren beeinflusst. Die Plastizität hängt wesentlich von der Korngröße der festen Substanz ab. Sie wird dann gleich Null, wenn der Prozentgehalt an Flüssigkeit mit dem Raume übereinstimmt, welchen die Poren bei dem in einer Flasche geschüttelten festen Ton einnehmen.

Ein photometrischer Vergleich von Glasfiltern und Wolframlampen, unter Einschluß von Farbendifferenzen, in verschiedenen Laboratorien; von G. W. Middlekauf und J. F. Skogland. (Scient. Paper Nr. 277.) Um zu sehen, wie weit die photometrischen Messungen verschiedener erfahrener Beobachter bei der Benutzung der gleichen und verschiedener Methoden miteinander übereinstimmen, wurden photometrische Vergleiche von Blaufiltern und Wolframlampen in einer Reihe von Laboratorien, zum Teil unter Benutzung des Lummer-Brodhun-Kontrast-Photometers, zum Teil unter Benutzung eines besonderen Flimmerphotometers angestellt. Trotz der verschiedenen Charakteristika der Beobachter und der großen Differenzen bei der verwendeten Beleuchtung war die Übereinstimmung zwischen den einzelnen Laboratorien bemerkenswert gut. Trotzdem sind aber die kleinen aufgetretenen Differenzen bei der Präzisionsphotometrie nicht zu vernachlässigen. Die Aufstellung von Normalen, namentlich solchen, bei welchen Farbenunterschiede auftreten, sollte deshalb den amtlichen Untersuchungsanstalten überlassen werden, an welchen eine größere Zahl von Beobachtern in bezug auf die Empfindlichkeitskurve ihrer Augen ausgesucht und die verwendeten Instrumente und sonstigen Bedingungen festgelegt werden müssen.

Bureau of Standards; 1916.

Empfindlichkeit und magnetischer Schutz eines Thomson-Galvanometers für radiometrische Messungen;

von W. W. Coblentz (Scient. Paper Nr. 282). Es wird die Wirksamkeit verschiedener Galvanometerspulen unter gegebenen Bedingungen experimentell untersucht und die Daten für einige geeignete Wicklungen angegeben. Durch Einbetten der Spulen in Stücke von schwedischem Eisen, die durch Zylindermäntel von Transformatoren und Schmiedeeisen umgeben werden, läßt sich die Wirkung der äußeren magnetischen Störungen auf das astatische Nadelsystem bis auf $\frac{1}{2000}$ des Anfangswertes herabsetzen. Um große Empfindlichkeit zu erzielen, muß man den Ablesespiegel möglichst klein halten; ferner wurde sie durch Evaluierung etwa verzehnfacht.

Der Volumeneffekt beim Silbervoltmeter; von E. B. Rosa und G. W. Vinal (Scient. Paper Nr. 283). Neue Versuche lehren, daß der Volumeneffekt (schwerere Abscheidungen im großen als im kleinen Tiegel) bei allen Voltameterformen auftritt und somit nicht auf den Einfluß des porösen Schutztiegels, sondern auf den von Verunreinigungen zurückzuführen ist. Hierfür wird eine Theorie entwickelt.

Konstanten der Spektralstrahlung einer gleichförmig erhitzten geschlossenen Hülle oder eines sog. schwarzen Körpers. II; von W. W. Coblentz (Scient. Paper Nr. 284). Wegen eines kleinen Rechenfehlers und einer Neubestimmung der Dispersionskurve des Flußspatprismas war eine Neuberechnung erforderlich. Im Mittel aus den Werten auch anderer Beobachter ergeben sich für die Konstanten C des Planckschen Energieverteilungsgesetzes, A des Wienschen Verschiebungsgesetzes, σ des Stefan-Boltzmannschen Gesetzes der Gesamtstrahlung und für das Plancksche Wirkungsquantum h : $C = 14\,350$, $A = 2890$, $T = 5,7 \cdot 10^{-12}$ Watt. cm⁻². Grad⁻⁴, $h = 6,51$ bis $6,57 \cdot 10^{-27}$ Erg. cm.

Studium der Induktanz von Normalwiderständen mit vier Anschlüssen; von F. B. Silsbee (Scient. Paper Nr. 281). Es werden Methoden zur Bestimmung des Phasenwinkels bei kleinen Widerständen (unter 1 Ohm) mit vier Anschlußklemmen entwickelt und Angaben zur Konstruktion von Normalen mit sehr kleiner bekannter Induktanz gemacht, mit denen die anderer Apparate verglichen werden können.

Bestimmung von Aluminium als Oxyd; von W. Blum (Scient. Paper Nr. 286). Gibt genaue Vorschriften zur Ausfällung von Aluminiumhydroxyd durch Ammoniumhydroxyd unter Verwendung von Methylrot als Indikator.

Der Einfluß der Frequenz von Wechselströmen oder ohne bestimmte Frequenz umgekehrter Ströme auf die elektrolytische Korrosion; von B. McCollum und G. H. Ahlborn (Technologic Paper Nr. 72). Untersucht die Abhängigkeit der Korrosion von Eisen und Blei im Boden bei verschiedenen Frequenzen von Wechselstrom oder Gleichstrom mit Richtungswechsel. Als wichtigste Schlußfolgerung ergibt sich, daß, wenn Röhren im Boden kontinuierlich ihre Polarität wechseln, der Angriff viel kleiner ist als aus der Berechnung des arithmetischen Durchschnitts der Entladeströme von der Röhre in die Erde folgt. Es rührt dies davon her, daß der Korrosionsprozeß im hohen Grade umkehrbar ist.

Die Bestimmung eines flüchtigen Verdünnungsmittels im Firnis; von E. W. Boughton (Technologic Paper Nr. 76). Außer der Brownschen Methode kommen dafür die folgenden drei in Betracht: 1. Abdampfen durch Dampf bei 115 bis 120° und Trennung des übergegangenen Verdünnungsmittels vom Wasser. 2. Erhitzen einer dünnen Schicht von Firnis bei 110 bis 115°; der Gewichtsverlust rührt von dem verdampften Lösungsmittel her. 3. Verdunstung des Verdünnungsmittels bei Zimmertemperatur aus einer Schicht von Firnis, die auf einer gewogenen Glasplatte ausgebreitet ist.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 3.

19. Januar 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

VIII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin. Von Dr. O. Herr, Görlitz. S. 33.

Ein neuer Beitrag zur Geschichte der Biogeographie. Von Prof. Dr. Walter May, Karlsruhe. S. 36.

Zur Stammesgeschichte der Halbaffen und Menschenaffen. Von Dr. Th. Arldt, Radeberg. S. 39.

Besprechungen:

Rohr, M. von, Zur Kenntnis älterer Ansichten über das beidäugige Sehen. Autoreferat S. 42.

Morse, Fr. und O. B. French, Determination of the Difference in Longitude between each two of the Stations Washington, Cambridge

and Far Rockaway. Von A. Galle, Potsdam. S. 43.

Moorschutzheft, Beiträge zur Naturdenkmalpflege. Von Asmus Jabs, Zürich. S. 44.

Mitteilungen aus der Röntgentechnik:

Quantitative Vergleichung der Wirkung von Röntgenstrahlen und Lichtstrahlen auf Bromsilbergelatine. Eine neue Methode zur Intensitäts- und Härtebestimmung von Röntgenstrahlen. Die Glühkathoden-Röntgenröhre von Siemens & Halske. Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im Röntgenlicht. Methode zur Erzeugung sehr harter Röntgenstrahlen. Ueber Beobachtungen am Röntgentransformator. Das Integraljontometer. Ziele und Probleme der Röntgenstrahlenmesstechnik. Seite 45-48.

Das konzentrierte Licht
Osram-AZO

Gasgefüllte Lampen
bis 2000 Watt



Neue Typen:

Osram-Azola
Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

Nur das auf dem Glasballon
eingetätzte Wort **Osram**
bürgt für das Fabrikat der
Auer-Gesellschaft, Berlin O 1
Überall erhältlich!

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Fütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Pettzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung

10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Angewandte Elektrizitätslehre

Ein Leitfadens für das elektrische und elektrotechnische Praktikum

Von

Professor Dr. Paul Eversheim,

Privatdozent für angewandte Physik an der Universität Bonn

Mit 215 Textfiguren

Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 9.—

Vor kurzem erschien:

Darstellung und Begründung einiger neuerer Ergebnisse der Funktionentheorie

Von

Dr. Edmund Landau,

o. ö. Professor der Mathematik an der Universität Göttingen

Mit 11 Textfiguren

Preis M. 4.80

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

Von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort von

Albert Einstein

Preis M. 2.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

19. Januar 1917.

Heft 3.

VIII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin.

Von Dr. O. Herr, Görlitz.

Unter dem Vorsitz des Geheimrats Prof. Dr. Conwentz fand Anfang Dezember im Sitzungssaal der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege die VIII. Jahreskonferenz statt. Der Leiter der Stelle gab in seiner

Eröffnungsrede

zunächst einen Überblick über die Fortschritte der Naturdenkmalpflege in Preußen und in einzelnen Bundesstaaten im abgelaufenen Geschäftsjahre und berichtete dann ausführlich über die Ergebnisse der durch die vorjährige Konferenz, die sich hauptsächlich mit der Erhaltung der Moore beschäftigte, eingeleiteten Bemühungen zur Schaffung von Moorschutzgebieten. Die Regierung in Danzig wird in mehreren Staatsforsten Moorgebiete von insgesamt 132 ha als Naturdenkmäler erhalten. Die Regierung zu Potsdam hat drei Moore in den Oberförstereien Potsdam und Kummerdorf unter Schutz gestellt. In Schlesien sind die „Seefelder“ und die Iserwiese als Schutzgebiete in Aussicht genommen. Auch die meisten anderen Regierungen und Provinzen haben ihre Zustimmungen zu den geplanten Schutzmaßregeln gegeben, nur die Provinz Hannover, die am besten Gelegenheit hätte, Moorreservate zu schaffen, hat ablehnend geantwortet.

Darauf sprach Landgerichtsrat Dr. Wolf (Charlottenburg) über

Die Sicherung der Nußbäume und Kastanien im Kriege.

Redner gibt zunächst einen kurzen Abriss der Naturgeschichte beider Bäume. Die Gattungen Juglans und Castanea waren im Tertiär von Grönland bis zum Mittelmeer verbreitet; sie wurden im Diluvium nach Südeuropa und Süd-asien verschoben und später wieder in Deutschland eingeführt, Castanea erst im Mittelalter. Beide Bäume haben wegen ihres majestätischen Wuchses und ihrer prächtigen Krone hohen ästhetischen Wert. Ihr praktischer Nutzen ist bedeutend. Früchte, Rinde und vor allem das Holz finden mannigfache Verwendung; das feinfaserige, zähe, wenig elastische, dauerhafte Holz von Juglans regia und besonders von J. nigra ist das geeignetste Material für Gewehrschäfte. Schon im Frieden waren deshalb die heimischen

Bestände dieser Bäume gefährdet; im Kriege aber, der uns jegliche Einfuhr, die besonders aus Amerika und Italien erfolgte, abschnitt, drohte ihnen gänzliche Vernichtung. Der Preis stieg in den letzten 30 Jahren von 60 bis 80 M. auf 400 M. für den Festmeter. Zur Sicherung ihres Bedarfs für die Herstellung von Gewehrschäften ließ die Heeresverwaltung im Januar 1916 den dazu geeigneten Teil des Nußbaumbestandes beschlagnahmen und jede andere Verwendung als zu Heereszwecken untersagen. Nachdem auf Grund der Annahme, diese Maßnahme gefährde den Nußbaumbestand, der Landesverein Sächsischer Heimatschutz verschiedene Eingaben gemacht hatte, trat die Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege durch den Vortragenden zunächst mit der Kriegsrohstoffabteilung des Kriegsministeriums in Verbindung, um eine möglichst hohe Sicherung unseres Restbestandes an Nußbäumen und Kastanien zu erreichen. Dort wurde ihm von maßgebendster Seite versichert, daß die Heeresverwaltung in Anerkennung der berechtigten Interessen der Naturdenkmalpflege bestrebt sei, diese Baumarten bei uns zu erhalten. Die Beschlagnahme bezwecke nicht die Ausrottung, sondern gerade die Erhaltung. Der Bedarf werde in erster Linie aus den besetzten feindlichen Gebieten gedeckt. Auch sei für Gewehrschäfte ein *vollwertiges Ersatzmittel* gefunden. Zur weiteren Sicherung der Kastanien und Nußbäume wurden dann noch folgende Maßnahmen erreicht: Die sichernde Beschlagnahme wurde auch auf Castanea ausgedehnt. Das Fällen und der Ankauf stehender Bäume auch für Heereszwecke wurde anderen als mit besonderen Ausweisen versehenen Personen untersagt, die Erhaltung besonders hervorragender Bäume und Gruppen angelegentlichst empfohlen. Das Landwirtschaftsministerium empfahl der Bevölkerung dringend den Anbau; weitere Anpflanzungen durch die Domänen und Forsten dürfen erhofft werden. Aufgabe der Komitees für Naturdenkmalpflege und der übrigen daran interessierten Kreise ist es jetzt, in Wort und Schrift die für die Erhaltung der Nuß- und Kastanienbäume bestehende Neigung der Behörden zu bestärken und diese Stellen, insbesondere die stellvertretenden Generalkommandos, durch kurze Bezeichnung einzelner ganz besonders der Erhaltung würdiger Exemplare und Gruppen von Nußbäumen und Kastanien zu unterstützen. — Die Regierung in Württemberg und der k. u. k. Kriegsminister in Österreich haben ebenfalls durch Erlasse die Nußbäume geschützt und den Anbau derselben empfohlen.

Direktor Prof. Wetekamp (Berlin):

Die erratischen Blöcke der Mark Brandenburg und ihre Erhaltung.

Der Vortragende hat in der Mark bis jetzt 179 Findlinge kartiert und photographiert, von denen im Regierungsbezirk Potsdam etwa zwei Drittel liegen. Am reichsten sind die Kreise Westprignitz (18) und Zauch-Belzig (31) an erratischen Blöcken, während ihm aus Kalau, Krossen, Lübben, Westhavelland und Weststernberg bis jetzt keine Steine bekannt sind. Nach der Lagerung lassen sich leicht drei Streifen unterscheiden, die dem Zuge der Endmoränen folgen: ein nördlicher durch die Uckermark, ein mittlerer bei Königsberg i. N. und ein südlicher im Kreise Zauch-Belzig. Wie schon Klöden (1827 bis 32) hervorhebt, sind die Blöcke fast ausschließlich in den höheren Teilen gefunden worden. Hier sind sie durch die Niederschläge bloßgelegt, während sie in den Niederungen, wo sie sicher auch vorhanden sind, verdeckt wurden.

Die Größe der Blöcke ist sehr schwankend; von den beobachteten hatten 40 einen Umfang von 10 bis 15 m, 10 von 15 bis 20 m und 3 von über 20 m. Der größte Block der Mark ist heute der kleine Markgrafenstein mit 22 m Umfang. Der große Markgrafenstein, aus dessen Material die große Schüssel vor der Nationalgalerie, die Säule auf dem Belle-Alliance-Platz und verschiedene Tische und Bänke in der Nähe des Steines hergestellt wurden, hat nur noch ein Drittel seiner früheren Größe.

Von den Findlingen bestehen, soweit bis jetzt ermittelt wurde, im Regierungsbezirk Potsdam 70 aus Gneis, 20 aus Granit und 1 aus einer anderen Gesteinsart (Quarzit?), im Regierungsbezirk Frankfurt 20 aus Gneis, 20 aus Granit und 2 aus anderem Gestein, davon 1 aus Quarzit.

Die Herkunft wurde von 9 Blöcken sicher ermittelt: es stammen 4 davon aus Westfinland, 5 aus dem mittleren Schweden. Gletscherschrammen und typische Löcher, die wohl meist als Strudellöcher zu deuten sind, finden sich bei einer großen Zahl der Findlinge. — Daß der Gneis und nicht, wie zu erwarten, der Granit überwiegt, deutet darauf hin, daß viele Granitblöcke infolge der besseren Verwertbarkeit des Materials schon vernichtet sind. Man verstand die Steine durch Holzklötze, die man in eingemeißelte Vertiefungen schlug und dann anfeuchtete, zu sprengen, und benutzte das Material zum Bauen von Stadt- und Ringmauern, von Gebäuden und, wie die sich oft dicht gesät findenden kleineren Steine, als Straßenpflaster und Chausseeschotter.

Die erratischen Blöcke sind in ihrer Unvergänglichkeit ganz besonders zu Denkmälern geeignet. Durch Ankauf seitens der Provinz, des Kreises usw. können sie vor der Zerstörung bewahrt werden. Es empfiehlt sich, sie, wenn irgend möglich, an Ort und Stelle liegen zu lassen, sie vor

allem in ihrer ursprünglichen Form zu erhalten und ihnen zur Erinnerung an wichtige Ereignisse oder zur Ehrung bedeutender Persönlichkeiten entsprechende Namen zu geben. Inschriften, Erinnerungstafeln, Medaillen usw. sollten nur im Notfalle an dem Stein selbst, und dann unter vollster Wahrung seiner natürlichen Schönheit angebracht werden.

Professor Schwarz (Rothenburg a. F.):

Vogelschutz und naturkundlicher Unterricht.

Erziehung zum Natur- und Vogelschutz ist ein geeignetes Mittel, der unserer Jugend besonders auch in dieser Zeit drohenden Verwahrlosung entgegenzuarbeiten. Die Keime dazu muß die Familie legen, die Schule muß sie erhalten und weiter hegen und pflegen. An der Hand guter Bilder sowie präparierten und lebenden Materials ist eine eingehende Beschreibung des Tieres unter Hervorhebung der biologischen Elemente zu geben. Abenteuerliche Geschichten, die vielen Vögeln (Kuckuck, Eule, Reiher) zum Verderben reichen, sind zu zerstören. Die Schulstunden sind durch den Unterricht im Freien zu ergänzen. Diese Exkursionen müssen auch dem botanischen, geographischen und historischen Unterricht nutzbar gemacht werden. Sie beginnen im Frühling, wenn die geringe Zahl der befiederten Sänger noch leicht ihre Bestimmung gestattet, und setzen sich durch alle Monate bis in den Winter hinein fort. Ankunfts- und Abzugszeiten der Zugvögel werden festgestellt und notiert. Die Schüler lernen die Vögel an der Stimme erkennen; sie beobachten sie, wenn nötig, mit dem Fernglas, beim Nestbau, Brüten, bei der Aufzucht der Jungen, bei der Nahrungssuche und kommen so zu einem richtigen Verständnis der wirtschaftlichen Bedeutung des Nutzens und Schadens der Vögel. Der Flug, Gleit- und Spiralfly, wird eifrig studiert, und es werden Parallelen mit der Aviatik gezogen. Das Studium der Schwimm- und Wasservögel gibt Anlaß, über Schifffahrt, Schiffbau und Unterseeboote zu sprechen. Die Schüler müssen angehalten werden, Futterplätze, sei es bei ihrem Hause, sei es an öffentlichen Plätzen, einzurichten. Das Leben und Treiben der Vögel an diesen bietet Gelegenheit zu interessanten Beobachtungen, die auch Einblick in die Psyche der Vögel gestatten. Auch Anleitung zur Herstellung und zum Anbringen von Nistkästen ist den Schülern zu geben, wie sie endlich selbst bei der Anlage und Beaufsichtigung von Vogelschutzgehölzen heranzuziehen sind. — Derartiger Unterricht erfordert viel Erfahrung, Liebe zur Jugend, Geduld und selbstlose Arbeit und kann nur von entsprechend vorgebildeten Lehrern geleitet werden. Vorlesungen über Vogelschutz im Sommer und über Naturdenkmalpflege im Winter sind unbedingt zur Ergänzung der botanischen und zoologischen Vorlesungen erforderlich.

Cand. phil. Lamprecht, Bakteriolog am Feldlaboratorium in Mitau:

Moritzholm, ein Naturschutzgebiet in Kurland.

Die Ostseeprovinzen stellen hinsichtlich ihrer geographischen Lage, ihres Klimas und ihrer sonstigen natürlichen Beschaffenheit ein Bindeglied zwischen der asiatisch-russischen Kontinentalmasse, die als Heimat einer großen Zahl der europäischen Tiere und Pflanzen zu gelten hat, und der stark gegliederten Küste Nordwesteuropas dar; hier begegnen sich verschiedene tier- und pflanzengeographische Gebiete, wie die westeuropäische Meeres- und Küstenfauna und die Tierwelt des asiatisch-russischen Waldgebiets, die mitteleuropäische Laubwaldflora und die nordosteuropäische Nadelwaldflora usw. Naturschutzgebiete in diesen Provinzen sind deshalb von besonderer Wichtigkeit. Vor dem Kriege bestanden zwei solcher „Friedungen“: eine Vogelfreistätte auf den Waika-Inseln bei Ösel und das Schutzgebiet „Moritzholm“. Die *Moritzinsel*, die ihren Namen nach dem kurischen Prinzen Moritz von Sachsen (1726—27), der hier nach seiner Vertreibung kurze Zeit vor den Russen Zuflucht suchte, hat, liegt in dem etwa 72 km² großen Usmaitensee (südlich der Bahn Mitau—Windau); sie ist ca. 1 km² groß und — abgesehen von einer Buschwäciterei — im Gegensatz zu der größeren Fischinsel in demselben See nicht bewohnt und bewirtschaftet. Die Reichhaltigkeit und Urwüchsigkeit der Pflanzen- und Tierwelt der Insel veranlaßte den Rigaer Naturforscherverein bei der Verwaltung der Landwirtschaft und Reichsdomänen des baltischen Gebiets darum nachzusuchen, daß Moritzholm zu einem Naturschutzgebiet zu wissenschaftlichen Zwecken bestimmt und die wissenschaftliche Durchforschung dem genannten Verein anvertraut werde. Die Insel ist zu einem derartigen Zweck vorzüglich geeignet, da sie von der Kultur fast nicht berührt ist, und der reichhaltige, äußerst üppige Pflanzenwuchs noch an vielen Stellen den Eindruck unberührter Jungfräulichkeit macht. Bedingt durch die Verschiedenartigkeit des Bodens sind die verschiedenen Pflanzenvereine der Wald-, Wiesen-, Sumpf- und Uferformationen zu beobachten. Der Wald — vorwiegend Mischwald — zeigt fast alle einheimischen Holzgewächse: *Acer platanoides*, *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Picea excelsa*, *Pinus silvestris*, *Pinus malus*, *Populus tremula*, *Prunus padus*, *Quercus pedunculata*, *Sorbus aucuparia*, *Tilia cordata*, *Ulmus europaea*, zum Teil in riesigen Exemplaren. Moritzholm ist die Zufluchtsstätte einiger im ostbaltischen Gebiete bzw. in ganz Rußland seltener Pflanzen: *Allium ursinum*, *Corydalis cava*, *Dentaria bulbifera*, *Asperula odorata*, *Viola uliginosa* und *Osmunda Struthiopteris*. Die Vogelwelt ist sehr mannigfaltig und besonders reich an Höhlenbrütern, wie *Certhia familiaris*, *Columba oenas*, *Coracias garrula* und *Glaucion clangula*. Die Insel läßt sich um so leichter als Naturschutzgebiet erhalten, als ihr land- und forstwirtschaftlicher Wert nur gering und sie infolge ihrer Lage vor

Beschädigungen durch Weidevieh, unerbundene Besucher usw. geschützt ist, wie das Gebiet andererseits nicht schädigend auf die Umgegend einwirken kann. Seltene Pflanzen (*Taxus baccata*, *Hedera helix*, *Trapa natans*) und Tiere (Flughörnchen, *Pteromys volans* und *Ciconia nigra*), die im Baltikum einheimisch, aber durch die Kultur z. T. schon verdrängt sind, können hier leicht angesiedelt und erhalten werden. Redner hat Pfingsten 1916 Moritzholm besucht und gibt eine anschauliche Schilderung seiner Reise, der Insel, ihrer Fauna und Flora im Frühlingskleide.

Dr. *Ulbrich* (Berlin-Dahlem) macht auf die Notwendigkeit des Schutzes der

pontischen Hügel als Naturdenkmäler aufmerksam.

Die pontischen Hügel sind sonnige, trockene, kalkreiche, meist während der Eiszeit durch die Gletscher entstandene Erhebungen, deren interessante Formation, die als letzter Ausläufer der Steppen Ungarns und Südrußlands in das feuchtere atlantische Klima angesehen werden kann, eine Anzahl gegen große Trockenheit widerstandsfähige Arten, typische Steppenpflanzen: *Adonis vernalis*, *Hieracium echinoides*, *Odontites* (*Euphrasia*) *lutea*, *Silene Otites*, *Dianthus Carthusianorum*, *Tunica prolifera*, *Scorzonera purpurea*, *Alyssum montanum*, *Torilis infesta*, *Veronica spicata* u. a. enthält, die aus Südrußland nördlich und nordwestlich vom Schwarzen Meere (dem Pontos Euxinos der Alten), also aus den „pontischen“ Gegenden stammen oder mit den dortigen Arten nahe verwandt sind. Während man in anderen Gegenden (Rgbez. Magdeburg) diese Hügel z. T. schon geschützt hat, stehen sie in der Mark vor dem Untergang. Trotzdem sich die Kultur kaum lohnt, ackert man die Hügel ein und bebaut sie oder bepflanzt sie mit Kiefern. Es ist dringend nötig, daß wenigstens einige dieser Hügel, z. B. der Pimpinellenberg bei Oderberg, mit ihrer pflanzengeographisch so wichtigen Formation erhalten bleiben.

Über „*Die Hülse oder Stechpalme, ein Naturdenkmal*“ spricht Dr. *G. Foerster* (Barmen). Die Hülse (*Ilex aquifolium*), die schon zur Diluvialzeit in Europa verbreitet war, gehört zur atlantischen Pflanzengruppe und findet sich in Deutschland in der westlich-norddeutschen Zone bis Vorpommern und in der südlich-rheinischen Zone, hauptsächlich als Unterholz in Buchenwäldern. Besonders reich an urwüchsigen Beständen ist das rechtsrheinische Bergische Land. Sie wächst sehr langsam und wird selten über 10—11 m hoch. Bei älteren Exemplaren gehen in Mannshöhe die gewellten, stacheligen Blätter in flache, glattrandige über. *Ilex* ist zweihäusig; Vortragender beobachtete bei einem der größten Hülseebäume einen *Geschlechtswechsel*: 1910 trug er weibliche Blüten, 1916 blühte er männlich. Die Bestäubung erfolgt durch Insekten (Wespen), beim Eindringen in die Blütenklappen die vier Blütenblätter wagerecht auseinander, um sich später ganz nach unten zurückzu-

schlagen. Die Früchte reifen erst im zweiten Jahr. Ilex verbreitet sich durch Wurzelausschlag und durch Samen, die aber erst die Verdauungsorgane eines Tieres passiert haben müssen (endozoische Verbreitung). Der Same geht erst in 1½—2 Jahren auf. Der Redner fand *nie* einen Hülsenkeimling im freien Gelände und vertritt die Ansicht, daß die endozoische Verbreitung bei uns wegfällt. Eine große Ilexgärtnerei bei Remscheid bezieht zur Zucht Samen aus Italien, Frankreich und Holland. 8—14 tägige Gärung der eingestampften Samen beschleunigt die Keimung. Bei Verpflanzungen kommen nur 30—40 % fort. Durch die vielseitige Verwendung, die Laub, Früchte, Rinde und Holz finden, ist die Hülse der Gefahr des Aussterbens ausgesetzt. Um sie als Naturdenkmal zu erhalten, muß sie unter Schutz gestellt werden, wie es auch vielfach schon geschehen ist. — In der Besprechung wurde hervorgehoben, daß über den *Geschlechtsumschlag* bei Ilex weitere Beobachtungen dringend erforderlich sind, und daß ein völliges Ausschalten der *endozoischen Verbreitung* in unseren Gegenden kaum anzunehmen ist.

Dr. W. Emeis (Kiel) berichtet über das neue Naturschutzgebiet Aarökalv.

Aarökalv ist eine etwa 2,5 ha große, aus 8 Inseln entstandene Halbinsel, die mit dem Ostlande der Insel Aarö im Kleinen Belt durch eine schmale Nehrung verbunden ist. Die Gemeinde Aarö schenkte das Gebiet unter dem Namen „*Naturschutzgebiet von Löw*“ dem Landrat des Kreises Hadersleben aus Dankbarkeit für geleistete Deichbauten und für in Aussicht gestellte weitere Schutzbauten und Verkehrsverbesserungen. Bemerkenswert ist das Gebiet durch das Vorkommen des Strandfliederes oder Widerstoßes (*Statice bahiensis*), der hier seinen *einzigsten* deutschen Standort hat. Sein Hauptverbreitungsgebiet liegt am Kattegatt. Daneben findet sich jetzt schon eine reiche Strandflora mit *Eryngium maritimum*, *Echinops* *hirsutus*, *Obione pedunculata*, u. a. Von Kryptogamen ist die auf *Lecanora glaucoma* und *L. sulfurea* epiphytisch lebende *Lecidea intumescens* besonders erwähnenswert. Dank des Schutzes hat sich im Gebiet schon eine recht reiche Vogelwelt angesiedelt.

Ein neuer Beitrag zur Geschichte der Biogeographie.

Von Prof. Dr. Walther May, Karlsruhe.

Die ältere Geschichte der Tier- und Pflanzengeographie ist bisher wenig gepflegt worden; man begnügte sich meist mit einer mechanischen Aufzählung von Namen und Tatsachen. Es ist daher freudig zu begrüßen, daß ein schwedischer Forscher, *Nils von Hofsten* in Upsala, neuerdings den Versuch unternommen hat, diese Lücke unseres geschichtlichen Wissens auszufüllen. Seine äußerst

gründliche, auf einem umfassenden Quellenmaterial aufgebaute Arbeit „*Zur älteren Geschichte des Diskontinuitätsproblems in der Biogeographie*“ (Zool. Annalen Bd. 7, 1916) behandelt zwar in erster Linie den Werdegang einer bestimmten biogeographischen Frage, ist aber so umfassend angelegt und beleuchtet ihren Gegenstand in so vielseitiger Weise, daß sie einen guten Einblick in die geschichtliche Entwicklung der chorologischen Ideen überhaupt gewährt.

Eine Tier- und Pflanzengeographie konnte erst aufkommen, nachdem einerseits die faunistischen und floristischen Kenntnisse eine gewisse Höhe erreicht hatten, andererseits ein Bedürfnis zur Erklärung der Verbreitung sich geltend machte. Im Altertum fehlten diese Voraussetzungen fast ganz. Doch hatte man natürlich beobachtet, daß nicht alle Pflanzen und Tiere dieselbe Verbreitung haben, und aus dieser Erkenntnis erwuchsen die Ansätze zu einer Tier- und Pflanzengeographie. *Aristoteles* gibt Beispiele von Tieren mit beschränktem Vorkommen, ohne jedoch die Ursachen näher zu erörtern. Sein Schüler *Theophrast* hebt wiederholt hervor, daß gewisse Pflanzen in mehreren Ländern wachsen, andere dagegen einzelnen Ländern eigen sind, und daß verschiedene Gebiete verschiedene Gewächse hervorbringen. Für die Beobachtung, daß gewisse Tiere und Pflanzen in weit voneinander entfernten Gegenden leben und für die Erörterung der Ursachen dieser diskontinuierlichen Verbreitung war die Zeit noch nicht gekommen. Auch die Herkunft der Insektiere wurde noch nicht besprochen.

Im Mittelalter ging das antike Wissen von der Verbreitung der Pflanzen und Tiere auf die Araber über und wurde von ihnen wesentlich verbessert; bei mehreren arabischen Schriftstellern findet man richtige Angaben über Verbreitungsgrenzen und über die Produkte verschiedener Klimate. Für die spätere Entwicklung des Diskontinuitätsproblems und der ganzen Biogeographie hatten jedoch die im Altertum und von den Arabern gewonnenen Kenntnisse der Pflanzen- und Tierverbreitung keine direkte Bedeutung.

Von größerem Einfluß waren dagegen die Erörterungen des Altertums und Mittelalters über die Existenz von Antipoden und anderen in fernen Ländern wohnenden Menschen. Wenn man mehr als tausend Jahre, nachdem *Augustinus* die Existenz der Antipoden geleugnet hatte, wirklich Menschen jenseits des „unermesslichen Ozeans“ entdeckt hat, dann waren es die Ansichten über die Antipoden, von denen man auszugehen hatte und auch tatsächlich ausging. Die ersten Erörterungen über die Herkunft der amerikanischen Menschen und Tiere knüpfen an diejenigen über die hypothetischen Antipoden an.

Einen besonders nachhaltigen Einfluß übte *Augustinus* aus, teils durch seine Behandlung des Antipodenproblems, teils durch die Aufstellung und Beantwortung der Frage nach der Herkunft

der Inselftiere. Er nahm eine selbständige Schöpfung vieler Inselftiere nach der Sintflut oder mit anderen Worten eine polytope Entstehung der Arten an und erwarb sich dadurch das Verdienst, das Diskontinuitätsproblem zuerst aufstellt und seine Lösung versucht zu haben. Etwa 200 Jahre später stellte der irländische Mönch *Pseudoaugustinus* die Hypothese auf, daß die Säugetiere Irlands über eine ehemalige Landverbindung aus dem Kontinent eingewandert seien und erklärte damit zum erstenmal die diskontinuierliche Verbreitung gewisser Tiere durch die Annahme eines ehemaligen Zusammenhanges zwischen heute getrennten Gebieten. Doch übte er keinen Einfluß auf die Forschung aus, und erst die Entdeckung Amerikas drängte die Frage nach dem Ursprung der Inselftiere und Inselfmenschen jedermann auf.

Die Herkunft der Menschen, Tiere und Pflanzen Amerikas gehört noch heute zu den wichtigsten und schwierigsten Fragen der Biogeographie. Für die Menschen des 16. Jahrhunderts und noch weit bis in das 18. hinein war sie jedoch ungleich bedeutungsvoller, weil sie als ein religiöses Problem aufgefaßt wurde. Ängstlich sah man sich nach einer Antwort um, die den herkömmlichen Glauben ungestört ließ.

Schon im Anfang des 16. Jahrhunderts stellte *Paracelsus* eine Hypothese auf, die als die radikalste von allen je versuchten Lösungen des Problems bezeichnet werden muß; er nahm einen „anderen Adam“ an. Hiermit sprach er zum erstenmal die Ansicht vom polygenetischen Ursprung des Menschengeschlechtes aus, über die 300 Jahre später so viel Streit entstehen sollte. Er löste das Problem durch dasselbe Prinzip, mit dem *Augustinus* die Herkunft der Inselftiere erklärt hatte. Seine Hypothese wurde jedoch von allen Seiten als ketzerisch verworfen, und man war genötigt, eine Einwanderung aus der Alten Welt anzunehmen, und zwar nach der Sintflut. *Augustins* Lehre wurde als mit der Heiligen Schrift unvereinbar erklärt; alle höheren Tiere der Erde mußten von den in der Arche geretteten Paaren herkommen.

Um die Mitte des 16. Jahrhunderts nahm ein spanischer Schriftsteller, *Augustin de Zarate*, eine Einwanderung des Menschen nach Amerika über eine verschwundene Atlantis an. Vielseitiger und tiefer in der Behandlung der Frage war der gelehrte Jesuit *José de Acosta*, dessen im 17. und 18. Jahrhundert sehr verbreitetes und beliebtes Werk über Amerika eine ausführliche Erörterung über den Ursprung der amerikanischen Menschen- und Tierwelt enthält. Es gibt nach ihm nur drei Möglichkeiten: eine Besiedlung durch Schiffahrt, durch Schiffbrüchige oder durch Einwanderung über Land. Die beiden ersteren Möglichkeiten werden ausführlich widerlegt, und *Acosta* kommt zu dem Ergebnis, daß Menschen und Tiere über Land eingewandert seien. Hieraus zieht er den weiteren Schluß, daß die Neue Welt irgendwo

mit der Alten zusammenhänge, oder daß wenigstens die Entfernung sehr unbedeutend sei, entweder im Norden oder im Süden. Die Hypothese einer Einwanderung über die Atlantis wird zurückgewiesen. *Acosta* übte einen großen Einfluß auf die späteren Schriftsteller aus; seine klare Zurechtlegung des Problems hatte eine sichere Grundlage für die Diskussion geschaffen.

Gegen Ende des 17. Jahrhunderts veröffentlichte der berühmte und vielseitige Jesuit *Athanasius Kircher* ein Buch, in dem der Gedanke an ehemalige Landverbindungen gleichsam in ein System gebracht wurde. Damit erlahmte aber auch das Interesse für das Amerikaproblem, und es folgte eine nüchterne Periode, die dauerte, bis die französische Aufklärung einen allgemeinen Geschmack an wissenschaftlichen Spekulationen geweckt hatte.

Jetzt wurden *Buffon* und *Linné* von hervorragender Bedeutung für die Entwicklung der Biogeographie. Jener lieferte den sicheren Nachweis, daß die Tiere des östlichen und des westlichen Kontinents in der Regel ganz verschieden sind, erkannte und erklärte die Zirkumpolarität der nördlichen Tiere und machte zuerst auf vikariierende Arten aufmerksam, deren Ähnlichkeit er aus einem gemeinsamen Ursprung, deren Verschiedenheit er aus der Einwirkung des Klimas erklärte. *Linné* begründete die Pflanzengeographie, die fast 200 Jahre später entstand als die ersten Anfänge der Tiergeographie. Mit besonderem Interesse schilderte der große schwedische Botaniker die diskontinuierliche Verbreitung der Gebirgspflanzen und gab viele Beispiele von Arten, die für die lappländischen, schweizerischen, pyrenäischen und andere Gebirge gemeinsam sind. *Linné* hat als erster diese Erscheinung erkannt, die später eine so große Bedeutung in der Geschichte des Diskontinuitätsproblems erhalten sollte. Er dachte sich jedoch noch im Anschluß an die biblische Paradieserzählung eine Ausbreitung aller Pflanzen von einem einzigen Punkte aus. Demgegenüber behauptete der deutsche Botaniker *Gmelin* einen polytopen Ursprung der Pflanzen, wie denn überhaupt *Linnés* Wanderungshypothese wahrscheinlich wenige Botaniker seiner Zeit befriedigte. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts versuchte *Willdenow* die diskontinuierliche Verbreitung vieler Pflanzen durch die Annahme eines früheren Zusammenhanges zwischen den Verbreitungsbezirken zu erklären. —

Einen bedeutungsvollen Fortschritt auf dem Gebiete der Tiergeographie bezeichnet das in den Jahren 1778 bis 1783 erschienene dreibändige Werk des deutschen Universitätsprofessors *Zimmermann* über die „Geographische Geschichte des Menschen und der allgemein verbreiteten vierfüßigen Tiere“. Darin werden zahlreiche Fälle von diskontinuierlicher Verbreitung besprochen und durch die Hypothese eines ehemaligen Zusammenhanges jetzt getrennter Gebiete erklärt. *Zimmermann* war der erste, der

diese Hypothese konsequent durchzuführen versuchte und wurde dadurch der Begründer der entwicklungsgeschichtlichen Tiergeographie. Auch schuf er den Begriff des Reliktendemismus, indem er hervorhob, daß ein kleines Verbreitungsgebiet der Rest eines früheren größeren sein kann.

Auf die deutsche Zoologie übte *Zimmermann* einen nicht unbedeutenden Einfluß aus; in Frankreich und England wurde er wenig beachtet. Nach seiner grundlegenden Arbeit wurde die Tiergeographie lange hauptsächlich durch die Entdeckung neuer Tatsachen gefördert; neue Gesichtspunkte konnten nicht geboten werden. —

Im Anfange des 19. Jahrhunderts nahm die Pflanzengeographie einen bedeutenden Aufschwung. In erster Linie kommen hier die Arbeiten *Humboldts* in Betracht, durch die eine exakte floristische und physikalische Pflanzengeographie geschaffen wurde. *Humboldt* kannte die diskontinuierliche Verbreitung von alpinen und anderen Pflanzen gut, sowie die Verwandtschaft zwischen weit getrennten Floren. Wie kann man sich, fragt er, Pflanzenwanderungen zwischen Gegenden vorstellen, die durch unendliche Gebiete mit ganz anderem Klima und durch den Ozean getrennt sind? Seine eigenen Ansichten sind sehr schwankend. Meist hält er solche Fragen für unlösbar; einmal nimmt er an, daß dieselben Phanerogamen in Nordamerika und in Europa sowie in der nördlichen und südlichen Hemisphäre entstanden seien.

Die meisten Forscher am Anfang des 19. Jahrhunderts, die nach einer Erklärung der nicht aus dem Klima hervorgehenden Verbreitungsverhältnisse suchten, fanden diese in der Lehre von den Schöpfungscentren. Man nahm eine ursprünglich gegebene Verteilung der Arten und der systematischen Gruppen an. Bald dachte man nur an Ursprungsorte der einzelnen Arten, bald verknüpfte man damit die Vorstellung von Zentren, wo die schöpferische Tätigkeit sich besonders stark geltend gemacht habe und von denen also viele Arten ausgegangen seien. Viele waren der Ansicht, daß die jetzige Verbreitung durch Wanderungen von den Schöpfungscentren aus zustande gekommen sei, und gingen wenigstens stillschweigend von der Voraussetzung aus, daß jede Art nur an einer Stelle entstanden sei. Bei einigen dieser Autoren treten Ansätze zu einer geschichtlichen Betrachtungsweise der Verbreitungserscheinungen auf, indem sie Wanderungen in früheren Epochen mit anderer Verteilung von Land und Meer annahmen. Doch gab es auch Forscher, die von den Wanderungshypothesen nichts wissen wollten und zu dem Ergebnis kamen, daß jede Art in zahlreichen Individuen und an verschiedenen Stellen entstanden sei.

Ein wichtiges Ereignis für die Biogeographie waren *Lyells* „Prinzipien der Geologie“, deren erste Auflage in den Jahren 1830 bis 1833 erschien. Ihr Verfasser stützte sich auf die ge-

läufigen Annahmen von Schöpfungscentren und Wanderungen von diesen aus, betonte aber mit besonderem Nachdruck, daß die jetzige Verbreitung wesentlich durch die geographischen und klimatischen Veränderungen der Erde beeinflußt worden sei. Die innere Wahrheit der Ideen und die Konsequenz in ihrer Anwendung geben ihm jedenfalls einen wichtigen Platz in der Geschichte der Biogeographie; seine größte Bedeutung aber hat er durch seinen Einfluß auf *Forbes*, *Hooker*, *De Candolle* und *Darwin*.

Edward Forbes veröffentlichte im Jahre 1846 eine Arbeit über die Flora und Fauna der britischen Inseln, die einen Wendepunkt in der Geschichte der Biogeographie bedeutet. Eine neue Richtung in dieser Wissenschaft konnte nur dadurch entstehen, daß man die großen allgemeinen Probleme beiseite ließ und die unmittelbare Herkunft der Tier- und Pflanzenwelt eines begrenzten Gebietes zu ergründen versuchte. Dies tat *Forbes*, indem er die Geschichte der gesamten Flora und Fauna seiner Heimat schrieb. Er geht von der Voraussetzung aus, daß jede Art sich von einem einzigen Ursprungscentrum aus verbreitet hat und zeigt ferner, daß die britische Flora und Fauna wenigstens ganz überwiegend aus anderen Gegenden stammen muß. Er unterscheidet darin mehrere Elemente, die in verschiedenen Zeiten und auf verschiedenen Wegen eingewandert seien. An der Bedeutung des Klimas für die Verbreitung zweifelt er nicht; das heutige Klima wird jedoch fast gar nicht berücksichtigt, und er sucht fast alles in der Verbreitung durch die Einwanderungsgeschichte zu erklären. Sein Gedankengang ist ganz überwiegend geologisch. Die Behandlung der Landflora und Landfauna berührt in jedem Punkte das Diskontinuitätsproblem. *Forbes'* Ansichten darin sind sehr präzise. Das britische Gebiet muß seine Pflanzen und Tiere vor der Isolierung, d. h. über verschwundene Landbrücken erhalten haben, das alpine Element sei jedoch durch Treibeis dorthin gelangt. Bei der Besprechung des alpinen Elementes und in noch höherem Grade der nördlichen Meerestiere nimmt er eine rein klimatische Isolierung an, ein in der Biogeographie neues, für die künftige Forschung außerordentlich fruchtbares Prinzip. Gleichzeitig prägte er unvergleichlich bestimmter als irgendein früherer Forscher den Reliktenbegriff.

In die Fußstapfen *Forbes'* traten die Botaniker *Hooker* und *De Candolle*. Jener faßte zunächst nur gewisse Erscheinungen ins Auge, dieser unterwarf in seiner klassischen „Botanischen Geographie“ die Verbreitung der ganzen Pflanzenwelt einer tiefgehenden theoretischen Analyse. In der Geschichte des Diskontinuitätsproblems bildet dieses Werk einen der wichtigsten Marksteine. *De Candolle* schenkt der diskontinuierlichen Verbreitung größere Aufmerksamkeit als irgendein früherer Forscher; ja bis auf unsere Zeit hat eigentlich niemand die theoretische Bedeutung

dieser Tatsachen so eingehend und mit solcher logischer Schärfe klargelegt. Immer und immer wieder kommt er darauf zurück, daß die heutigen geographischen und klimatischen Verhältnisse nur eine sehr sekundäre Rolle spielen. Die wichtigsten Züge in der Verbreitung beruhen auf früheren Ursachen; geographische und klimatische Veränderungen haben in hohem Grade darauf eingewirkt. —

Damit wurden die entwicklungsgeschichtlichen Ideen der vordarwinschen Zeit zum Abschluß gebracht. Ihnen stand jedoch eine zweite Auffassung gegenüber, deren Hauptvertreter *Louis Agassiz* war. Dieser betrachtete die Verbreitung als eine Eigenschaft jeder Art, wie Bau und Lebensfunktionen, also als den Ausdruck eines Gedankens des Schöpfers; er leugnete daher die Bedeutung der äußeren Bedingungen, von Wanderungen usw. Die jetzige Verbreitung jeder Art ist seit ihrer Schöpfung gleich gewesen. Jede Art ist nicht nur innerhalb ihres jetzigen Wohngebietes entstanden, sondern über dessen ganze Ausdehnung und in großer Anzahl, sogar in durchschnittlich derselben Anzahl von Individuen, die sie jetzt aufweist und die eines ihrer angeborenen Merkmale ist. Einen tieferen Einfluß auf die biogeographische Forschung übte *Agassiz* nicht aus. Doch ist *Schmardas* großes Werk über die Verbreitung der Tiere ein typischer Ausdruck der von dem amerikanischen Zoologen abhängigen Richtung. In seinem Mangel an entwicklungsgeschichtlichen und sonstigen allgemeinen Gesichtspunkten zeigt es klar, wie wenig die Tiergeographie eigentlich seit *Zimmermanns* Tagen fortgeschritten war; *Forbes'* Ideen wirkten dort viel weniger als in der Botanik.

Sowohl die *Forbes-De Candollesche* als auch die *Agassizsche* Richtung, zwischen denen der Botaniker *Grisebach* einen vermittelnden Standpunkt einnahm, setzten als tiefste Ursache der Verbreitungserscheinungen eine ursprüngliche, nach übersinnlichen oder wenigstens unerklärlichen Gesetzen erfolgte Verteilung der Organismen voraus. *Forbes* und *De Candolle* nahmen spätere Veränderungen an und sahen also in der jetzigen Verbreitung das Ergebnis einer Entwicklung; *Agassiz* betrachtete alle Verbreitungsercheinungen als von Anfang an gegeben. Seine Anschauung hatte den Vorzug der Folgerichtigkeit, sie beantwortete ein für allemal alle Fragen. Dagegen enthielt die entwicklungsgeschichtliche Auffassung jener Zeit einen inneren Widerspruch: sie erklärte gewisse Einzelheiten in der Verbreitung als Resultate einer Entwicklung, schlug dann plötzlich um und führte die wesentlichsten Züge in der Verteilung der Organismen auf einen ursprünglichen, von übersinnlichen Prinzipien bedingten Zustand zurück. Sie konnte nicht klarlegen, warum nicht ebensogut alles der Ausdruck dieser geheimnisvollen Gesetze sei. Da kam die Deszendenztheorie auf. Die *Agassizsche* Lehre war auf einmal überwunden, der Widerspruch ge-

löst, und die entwicklungsgeschichtliche Auffassung der Verbreitung erfuhr eine folgerichtige Ausgestaltung und erhielt einen tieferen Sinn. *Agassiz* überlebte seine Lehre; bei seinem Tode hatte die genetische Biogeographie vollständig gesiegt. —

Der vorstehende Auszug aus der prächtigen Arbeit v. *Hofstens* kann nur einen annähernden Begriff von der Reichhaltigkeit ihres Inhalts geben. Ganze Abschnitte, wie die über die Antipodenfrage, die Beobachtungen über Inseltiere im 17. und 18. Jahrhundert, die Salontwissenschaft am Ende des 18. Jahrhunderts, den anthropologischen Polygenismus, die miozäne Atlantis, *Wallace*, *Darwin*, die Jahre nach *Darwin* und das moderne Problem der polytopen Artentstehung mußte ich hier ganz übergehen. Bezüglich ihrer und vieler interessanter Einzelheiten sei auf die grundlegende Studie selbst verwiesen.

Zur Stammesgeschichte der Halbaffen und Menschenaffen.

Kein Gebiet der Stammesgeschichte erweckt allgemeineres Interesse als die Entwicklung der Halbaffen und Affen, als der Lebewesen, die uns Menschen ohne Zweifel von allen am nächsten stehen und deren Entwicklungsgeschichte zu einem großen Teile auch unsere Geschichte ist. Dabei haben freilich die Ansichten im Laufe der Zeit stark gewechselt und besonders über die Beziehungen der Halbaffen zu den Affen und ihre Gliederung sind z. T. weit auseinandergehende Ansichten geäußert worden. So ist auch hier unser Wissen noch immer im Flusse und jeder gründlich bearbeitete Beitrag wertvoll. *W. K. Gregory*, der sich schon als paläontologischer Bearbeiter der Säugetiersystematik einen Namen gemacht hat, hat sich nun in neuerer Zeit eingehender mit der Stammesgeschichte der Halbaffen und Menschenaffen beschäftigt und ist dabei zu manchen neuen wertvollen Resultaten gelangt, die es verdienen, auch weiteren Kreisen zugänglich gemacht zu werden.

Was zunächst die *Halbaffen* anlangt¹⁾, so kommt auch *Gregory* zu dem Ergebnis, daß der malaisische *Gespensmaki* (*Tarsius*) unter den lebenden Tieren dieser Unterordnung eine besondere Stellung einnimmt. Ihm sind nächstverwandte die Anaptomorphiden, die im Eozän und Unteroligozän in zahlreichen Gattungen und Arten in Nordamerika lebten. Außerdem stehen ihnen aber auch nach *Gregory* die *Microchörinen* mit den Gattungen *Microchoerus* und *Necrolemur* aus dem Unteroligozän Europas nahe, von denen besonders der letztere in seinem Schädelbau in vieler Hinsicht starke Anklänge an die Koboldmakis aufweist. Die hierher gehörigen Halbaffen waren also sicher im Alttertiär weit über die nördliche Halbkugel verbreitet und sind erst später auf ihr heutiges kleines Wohngebiet beschränkt worden.

Neben dieser Sektion der *Gespensmakis* stehen nun zunächst die *Makis* (Lemuriformen), die heute

¹⁾ *W. K. Gregory*, On the Relationship of the Eocene Lemur *Notharctus* to the *Adapidae* and to other Primates. — On the Classification and Phylogeny of the Lemuroidea. Bull. Geol. Soc. Am. XXVI, 1915, p. 419—446.

vollständig auf Madagaskar und seine Nachbarinseln beschränkt sind. Gregory stellt zu ihnen aber auch die Adapiden aus dem europäischen Obereozän und Unteroligozän und die Notharetiden aus dem Mittel- und Nordamerikas, die man bisher zumeist auch den Gespenstmakis anreihete, die letzteren sogar direkt in die Familie der Anaptomorphiden stellte. Die Notharetiden sind zweifellos die ursprünglichsten aller uns bekannten Halbaffen, besonders ihre älteste Gattung *Pelycodus*, und von ihrem noch insektenfresserartigen Typus lassen sich, abgesehen von gewissen Einzelheiten in den Mahlzähnen, alle höheren Makis ableiten. Aus ihren älteren Formen sind die Adapiden hervorgegangen, von denen die am besten bekannte Gattung *Adapis* einen spezialisierten Seitenzweig darstellt. Dagegen besitzt der erst neuerdings gefundene *Pronycticebus* im Bau seines Schädels und in seiner Bezeichnung die Eigenschaften, die man von einem Vorfahren der madagassischen Makis erwarten müßte. Gregory glaubt daher, daß deren Vorfahren erst etwa im Oligozän in ihre heutige Heimat eingewandert sind. Von den lebenden Makis hat der *Mausmaki* (*Cheirogale*) am meisten die altertümlichen Eigenschaften bewahrt, darunter verhältnismäßige Kürze des Gesichts und große Augenhöhlen. Beim Zwergmaki (*Microcebus*) wurden bei abnehmender Körpergröße beide Eigenschaften noch schärfer ausgeprägt, bei den vollständig ausgestorbenen Riesemakis (*Megalapiden*) schlug dagegen die Entwicklung die entgegengesetzten Wege ein. Eine ähnliche Entwicklung wie beim Zwergmaki führte zu den *Indris* (*Indrisiden*), ohne aber mit Zwergwuchs verbunden zu sein. Vielmehr erreichten einige Tiere eine recht stattliche Größe. Als Endpunkt der Entwicklung, die vom Wollenmaki (*Avahis*) über den Vließmaki (*Mesopropithecus*) zum Indri (*Indris*) führt, ist der subfossile *Palaeopropithecus* anzusehen, ein großes schweinähnliches Tier. In entgegengesetzter Richtung haben sich aus den ältesten Indris die ebenfalls ausgestorbenen Archaeolemuriden entwickelt, die eine ganz auffällige Ähnlichkeit mit den Affen, besonders mit den Makaken, aufzuweisen haben, die aber nur auf paralleler Entwicklung beruhen kann. Aus einem ihrer Vorläufer müssen denn endlich die merkwürdigen Fingertiere (*Chiromyiden*) hervorgegangen sein, eine nagerartige Modifikation des Indristypus, wie die Altmakis eine affenartige.

Einen dritten Zweig der Halbaffen bilden die *Loris*, im äthiopischen Afrika und in Indien lebend und fossil noch nicht bekannt. Sie zeigen Beziehungen zu den Makis und Gespenstmakis, neigen aber zu den ersteren und mögen sich aus Formen entwickelt haben, die *Pronycticebus* ähnelten. Die Galegos sind rein afrikanisch, die Nachtmakis (*Nycticebiden*) verbreitet wie die ganze Gruppe.

Man kann diesen Ausführungen Gregorys im großen und ganzen zustimmen. Zweifelhaft erscheint aber doch der nordische Ursprung der Makis. Im Oligozän hätten deren Vorfahren keinesfalls von Europa über Afrika nach Madagaskar gelangen können, da damals ein breites Mittelmeer die Nord- von den Südkontinenten trennte. Nur gegen Ende der Periode können ganz vorübergehend schmale Landbrücken eine Verbindung hergestellt haben, die einen sehr beschränkten Faunenaustausch ermöglichten. Madagaskar konnte dann kaum vor dem Miozän erreicht werden. Dann erhalten wir aber für die Entwicklung der Makis eine sehr kurze Zeit, die die ganze Annahme wenig wahrscheinlich macht. Eher könnten sich die Loris

im Norden entwickelt haben. Die Heimat der Makis möchten wir dagegen nach wie vor in der östlichen Südatlantik, also in Afrika suchen und die Ähnlichkeit mit *Pronycticebus* auf parallele Entwicklung verwandter Stammlinien zurückführen.

Eine zweite Arbeit von Gregory ist den Menschenaffen gewidmet¹⁾. Als ältesten Anthropoiden sieht er den *Parapithecus* aus dem Oligozän Ägyptens an. Während dieser aber noch einen durchaus selbständigen Zweig bildet, neben dem auch die Hundsaffen (*Cercopitheciden*) emporgewachsen sind, ist der ihm gleichaltrige *Propliopithecus* vom gleichen Fundort als der gemeinsame Stammvater aller Menschenaffen zu betrachten. Schon sehr früh müssen sich diese aber in die beiden Stämme der langarmigen *Gibbons* (*Hylobatiden*) und der Menschenaffen in engerem Sinne (*Simiinen*) gespalten haben. Zu ihnen gehören zwei fossile Gattungen aus dem Miozän Europas, der etwas ältere *Griphopithecus* und der bekannte *Pliopithecus*, den man vielfach auch in die Stammlinie des Menschen stellt. Er steht etwa in der Mitte zwischen dem *Propliopithecus* und den lebenden Gibbons.

Die echten Menschenaffen haben sich seit der Mitte der Miozänzeit in zwei Hauptlinien gespalten. Die eine führt über den *Paloesimia* aus den Siwalikschiechten Indiens zum lebenden Orang Utan. In der zweiten bildet der mit dem ersteren zusammen vorkommende *Sivapithecus* einen unfruchtbaren Seitenzweig, der noch manche Anklänge an die Oranglinie zeigt, auch durch die große Breite seiner Backenzähne und ihr Relief an den Menschen erinnert, am nächsten aber doch der großen Gattung *Dryopithecus* steht, die vom Miozän bis Unterpliozän in Europa und Asien weit verbreitet war und aus der der Gorilla und der Schimpanse hervorgegangen sein müssen. Aber auch der Mensch steht dieser Linie nicht fern. Die Beziehungen der Arten sind dabei verschieden. *D. punjabicus* ist als gemeinsamer Vorläufer der beiden afrikanischen Menschenaffen zu betrachten. Auf den Gorilla weisen der indische *D. chinjiensis* und der europäische *D. Fontani*, auf den Schimpansen *D. giganteus* von Indien und *D. rhenanus* von Europa; dagegen zeigt der europäische *D. Darwini* am ehesten Ähnlichkeit mit *Pithecanthropus*. Die Schimpansenlinie erhielt sich in Europa bis ins Quartär, hat man doch in diesem bei Piltdown in England einen echten Schimpansenunterkiefer gefunden. Auch der pliozäne *Neopithecus* (*Anthropodus*) gehört möglicherweise hierher, wenn er nicht ein Gibbon ist. Zur Gorillalinie stellt dagegen Gregory den *Palaeopithecus* aus dem Unterpliozän Indiens, den man bisher meist als Schimpansen aufgefaßt hat. Auf alle Fälle kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die afrikanischen Menschenaffen beide vom südlichen Asien herkommen und nicht in Afrika alteinheimisch sind.

Aus dem gleichen Grundstocke wie Gorilla und Schimpansen läßt Gregory auch den Menschen erwachsen, wobei der bekannte *Pithecanthropus* als eine Seitenlinie betrachtet wird. Die Abweichungen des menschlichen Körperbaues von dem der verwandten Menschenaffen, besonders von *Sivapithecus* und *Dryopithecus* erklären sich aus der veränderten Lebens- und Ernährungsweise. Die Vorläufer des Menschen gaben das Leben auf den Bäumen und die Frucht-

¹⁾ W. K. Gregory, Studies of the Evolution of the Primates. II. Phylogeny of recent and extinct Anthropoides with special Reference to the Origin of Man. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. XXXV, 1916, p. 258—355.

nahrung auf und gingen dafür auf den festen Erdboden über, wurden Zweifüßler und Räuber, die scharfe Steine zum Abschneiden und Zerkleinern der Nahrung benutzten. Hiermit hängt die Verkleinerung des Gesichtsteils und des Zahnbogens zusammen, ferner die Rückbildung der Eckzähne, der Kaumuskeln, der Verlust der Greiffähigkeit der großen Zehe. Dazu kommen andere sekundäre Anpassungen, wie die Ausbildung langer Beine und kurzer Arme, während bei den Menschenaffen die umgekehrte Entwicklung Platz greift. Diese Entwicklung dürfte nach Gregory kaum früher als im Miozän begonnen haben, wenigstens macht dies keine bekannte Tatsache notwendig. Die Heimat dieser Affenmenschen sucht Gregory ebenso wie Matthew¹⁾ im südöstlichen Asien, von wo aus sie sich erst nach Europa hin verbreiteten. Es lassen sich dann bei ihrer Weiterbildung zum Menschen drei Entwicklungsstufen unterscheiden. Zunächst waren sie noch in der Hauptsache Fruchtfresser und besaßen große Eckzähne und parallele Reihen von Backzähnen, ein Zustand, den uns etwa *Sivapithecus* darstellt. Dann folgt ein räuberischer Zustand, in dem der Affenmensch zum Allesfresser wurde. Die Eckzähne wurden kleiner, die Backzahnreihen konvergent wie beim Heidelbergmenschen, der uns das Aussehen des gemeinsamen Vorfahren aller Menschen zeigt. Endlich folgte ein Zustand, in dem die Nahrung durch Kochen erweicht wurde und sich daher die Bezaahnung mehr oder weniger an Größe und Ausbildung zurückbildete wie beim modernen Menschen.

Der von Gregory angenommene Entwicklungsgang ist streng monophyletisch gedacht und von diesem Standpunkt aus sicher das Neueste und Beste, was sich gegenwärtig über die Entwicklung des Menschen sagen läßt. Aber daneben kommt doch auch die Möglichkeit einer polyphyletischen Entwicklung der Menschheit in Frage, haben doch gerade die paläontologischen Forschungen der letzten Jahrzehnte immer deutlicher darauf hingewiesen, daß die meisten Stammelinien viel älter sind, als man bisher meist annahm, daß ihre Vergabelung schon in weit früheren Perioden stattgefunden hat. Außerdem hat man in immer mehr Fällen erkannt, daß systematische Einheiten, wie Gattungen und Familien, durchaus keine stammesgeschichtlichen Einheiten sein müssen. Hierfür ist bekanntlich besonders G. Steinmann eingetreten, wenn auch freilich zweifellos wieder zu einseitig und die Grenzen weit überschreitend. Aber ein gemäßigter Polyphyletismus kann recht wohl wenigstens den Rang einer Arbeitshypothese beanspruchen. Er betrachtet die systematischen Einheiten nur als Entwicklungsstufen, die von den „Stämmen“ (Phylen) vielfach gekreuzt werden. Diese sind die senkrecht verlaufenden Entwicklungslinien, jene wagerechte Querschnitte. Von diesen Gesichtspunkten aus haben wir die Ordnung der Primaten bearbeitet²⁾. In der Stammesgeschichte des Menschen lassen sich hiernach vorläufig zwanzig Entwicklungsstufen innerhalb der Säugetierklasse, davon 15 innerhalb der Primaten unterscheiden. Dem vollentwickelten Menschen der modernen Hauptrassen (Mittelländer, Mongoloiden, Negroiden), den wir als *Kaenanthropus*, den „neuen Menschen“ bezeichnen, gingen protomorphe (nach Stratz)

Rassen mit äffischen Charakteren vorher, wie sie uns noch heute die Drawida, Aino, Urmalayan, Feuerländer, Papua und Hottentotten zeigen (*Mesanthropus* = *Mittelmensch*). Den „Altmenschen“ (*Palaeanthropus*) mit noch mehr äffischen Merkmalen zeigen uns Akka, Wedda und Australier, den Urmenschen (*Archanthropus*) die Neandertalrasse. Ihr geht der *Proanthropus* (Erstmensch) voraus, ohne artikulierte Sprache, ohne Feuer, mit höchstens eolithischer Kultur. Hierher gehört wohl der Heidelbergmensch. Noch tiefer liegt die *Pithecanthropus*-stufe, die die Vorfahren des Menschen etwa im Unterpliozän durchlaufen haben müssen, wenn auch der Rest von Trinil dem Quartär angehört. Ihr ging im Miozän die Urigibbon- (*Archhylobates*-) Stufe voran, durch *Dryopithecus*, *Sivapithecus* und *Pliopithecus* dargestellt. Die Erstgibbon- (*Prothylobates*-) Stufe zeigt uns *Propithecus* im ägyptischen Oligozän. Noch ältere Stufen unterhalb des Menschenaffenbereiches zeigen dann unter den Schmalnasen der europäischen *Oreopithecus* und der ägyptische *Parapithecus*. Noch ältere Stufen zeigen uns die altteriären Breitnasen Südamerikas in der Reihenfolge *Anthropops*, *Homunculus* und *Pithecolites*. Als Halbaffenstufen dürfen wir endlich die Gattungen *Hyposodus* und *Pelycodus* ansehen. Voran gehen ihnen noch zwei Insektenfresser- und mindestens drei Beuteltier- und Kloakentierstufen.

Die drei Hauptstämme der Menschheit, die schlichthaarigen „Weißen“ (Leukodermen), die straffhaarigen Gelben (Xanthodermen) und die wollhaarigen Schwarzen (Melanodermen), die in den Mittelländern, Mongoloiden bzw. Negern gipfeln, lassen sich zum mindesten durch die oberen Stufen getrennt hindurch verfolgen. Anscheinend waren sie aber auch schon in den Menschenaffenstufen getrennt, wobei den obigen Stämmen der Reihe nach Schimpanse, Orang Utan und Gorilla zuzuordnen wären, ja diese Gliederung ist selbst bei älteren Stufen noch durch einige Beziehungen, wie durch die biologische Blutreaktion, wenn auch nur unsicher, angedeutet. Die Entwicklung der Urhalbaffen muß dabei von der kretazeischen Nordatlantis ausgegangen sein. Im Westen der Südatlantis entwickelten sich aus ihnen im Alttertiär die Breitnasen und aus diesen im Osten die Schmalnasen und schließlich die Menschenaffen, die beide kurz vor dem Miozän nach Eurasien gelangten und sich hier in mehreren Linien bis zu den Menschenstufen weiter entwickelten, am wahrscheinlichsten in Asien, wobei in dem Hauptentwicklungsgebiete die Schlichthaarigen vorwiegend im Westen, die Straffhaarigen im Osten, die Wollhaarigen im Süden saßen. Bei der Weiterentwicklung von einer Stufe zur andern dürften die klimatischen Verschlechterungen der einzelnen Eiszeiten einen Hauptanstoß gegeben haben. Die dritte (Riß-) Eiszeit scheint den Anstoß zur Erreichung der letzten Stufe gegeben zu haben, die zweite (Mindelzeit) den zur Bildung des Altmenschen, die erste (Günzzeit) den zur Entwicklung des Urmenschen. Freilich bedürfen diese Annahmen noch dauernder Nachprüfung, aber gerade dadurch können wir ja allein Fortschritte in der Wissenschaft erhoffen, daß nicht immer bloß das Alte innerlich immer mehr ins Einzelne nach scholastischer Art ausgebaut wird, sondern daß auch der noch herrschenden Lehrmeinung entgegengesetzte Ansichten zu Worte kommen.

Th. Arldt, Radeberg.

¹⁾ W. D. Matthew, Climate and Evolution. Ann. New York Acad. Science XX. IV, 1915, p. 210, 214.

²⁾ Th. Arldt, Die Stammesgeschichte der Primaten und die Entwicklung der Menschenrassen. Heft 1 der „Fortschritte der Rassenkunde“, 52 S.

Besprechungen.

Bohr, M. von, Zur Kenntnis älterer Ansichten über das beidäugige Sehen. Zschrft. f. Instrkde. 1916, 36, 200—211, 224—236; mit 9 Textfig. (Aug.- und Sept.-Heft.)

Die Versuche zum beidäugigen Sehen sind wesentlich älter, als man früher wohl geglaubt hat. Zuerst scheint die Loslösung des reellen, vom Hohlspiegel entworfenen Bildes die Aufmerksamkeit der Physiker angeregt zu haben. Wir wissen, daß um den Ausgang des 16. Jahrhunderts *Porta* mehrere Versuche dieser Art beschrieb; dabei gelang vorzüglich der Versuch mit dem Degen oder Dolch, dessen Spiegelbild bei richtiger Haltung des Objekts mit diesem ganz oder nahezu zusammenfiel. Auch *Portas* Landsmann *Magini* hat dessen Versuche um 1611 mit besseren Hilfsmitteln wiederholt. Daß es dabei auf den Gebrauch beider Augen ankam, ist beiden wohl nicht so ganz klar gewesen, jedenfalls aber wurde dieses Kunststück dauernd von Liebhabern wiederholt, so daß der Jesuit *Kircher* 1646 darauf aufmerksam machen konnte, es sei der Ausdruck „Spiegelfechten“ von diesen Versuchen her bereits in den deutschen Sprachschatz übernommen worden. Es werde gleich hier bemerkt, daß die Freude an dieser beidäugigen genauen Ortsbestimmung erhalten blieb, und daß man sich bald nach *Porta* auch daran machte, das gleiche an dem reellen Linsenbilde zu erreichen. Wir wissen, daß solche Versuche zu Anfang des 17. Jahrhunderts in der Dresdner Kunstammer angestellt wurden, und so wird es auch an anderen Stellen geschehen sein.

Sehr bald nach *Porta*, schon im Jahre 1604, hat sich *Kepler* mit der Theorie des beidäugigen Sehens in einer Weise beschäftigt, die uns heute einen ganz außerordentlichen Eindruck macht. Er berücksichtigte die Augenbasis und kam zu dem Schluß, daß eine beidäugige Entfernungsbestimmung bis etwa zu 150 m möglich sei. Die aus der Akkommodationsanstrengung und der Beobachtung der Zerstreuungskreise folgende einäugige Tiefenbestimmung veranschlagte er nur bis etwa zu 15 m reichend. Die Anwendung auf die in der damaligen Zeit beliebten Probleme des Hohlspiegel- und des Linsenbildes machte er ebenfalls, und gab eine durchaus brauchbare Theorie über die Bedingungen, unter denen diese Luftbilder beidäugig von der Umgebung losgelöst erschienen. Bemerkungen, die er wenig später über die scheinbare Größe einäugig betrachteter Bilder aussprach, sind ebenfalls unserer Beachtung wert. Leider wurde er durch die Ungunst der Zeiten — er lebte damals in Steiermark, fern von den Sitzen mechanischer Kunst — an der Beschaffung eines brauchbaren Instrumentariums gehindert; er wäre sonst wohl zweifellos in der Erkenntnis des beidäugigen Sehens weitergekommen.

Die theoretische Kenntnis geriet sehr bald in einen Verfall; der bald darauf schreibende belgische Jesuit *Aguilonius* schließt sich nicht an *Kepler* an, und auch für *Descartes* haben die geometrischen Bedingungen beim beidäugigen Sehen an Interesse stark verloren. Der Jenaer *Wiedeburg* hat sich ebenfalls nur einen geringen Rest von den alten Kenntnissen bewahrt. Es sieht auch ferner so aus, als ob durch die ungemein häufige Wiederholung der nach *Porta* und namentlich *Kircher* angelegten Hohlspiegelexperimente in den Liebhaberkreisen die Wertschätzung und das Verständnis dafür geschwunden seien. In den zahlreichen Lehrbüchern der populären Magie, die um den Ausgang des 18. Jahrhunderts erschienen, werden zwar diese

frühzeitig entwickelten Kunststücke aufgeführt und wiederholt, aber meistens von Autoren, denen das Verständnis des Vorgetragenen völlig fernliegt. Als ein Beispiel dafür kann man unter anderem auf *A. Bürja*, einen Berliner Pfarrer französischer Abkunft, hinweisen, der um das Ende des 18. Jahrhunderts schrieb. Erst im zweiten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts findet sich in Deutschland wieder ein gewisses höheres Interesse am beidäugigen Sehen, das wohl von *Mollweide* und sicher von *Vieth* geäußert wird.

In wissenschaftlichem Sinn beschäftigte man sich an den englischen Universitäten bereits wieder um den Ausgang des 17. Jahrhunderts mit der vorliegenden Aufgabe. Zwar ist die Tätigkeit von *Barrow* noch undeutlich, aber ein französischer Flüchtling *Desaguliers* veröffentlichte 1717 bei der Verteidigung der Newtonschen Farbenlehre eine Reihe von Experimenten zum beidäugigen Sehen, über die noch weiter unten zu sprechen sein wird. Dabei hatte er auch schon gewisse Formen der einfachsten Stereoskope gefunden. Doch scheint sein Einfluß sehr gering gewesen zu sein, mindestens hat der bedeutende Theoretiker *Smith* 1738 zum Teil dieselben Versuche beschrieben, ohne auf seinen Vorgänger hinzuweisen. *Smith* war für unsere Aufgabe von sehr großer Bedeutung. Sein Zirkelexperiment enthält wenigstens den ersten Ansatz zur stereoskopischen Entfernungsmessung, und er ist auch der Urheber der ersten stereoskopischen Zeichnung. Der auf ihn folgende Theoretiker *Harris* steht ungefähr auf *Keplers* Standpunkt, namentlich auch in seinem Bemühen, die Grenzen der stereoskopischen Tiefenwahrnehmung zu bestimmen. Leider starb er zu früh, als daß er sein Werk hätte vollenden können.

Zu der Entwicklung des Doppelfernrohrs, das in jener frühen Zeit als einziger Vertreter der binokularen Instrumente auftritt, hat die vorliegende Darstellung einiges neue Material beibringen können. Von früher her bekannt war bereits die Tätigkeit von *Chérubin d'Orléans* und *Zahn* auf diesem Gebiete. Namentlich der letzterwähnte muß sehr weit gewirkt haben. Man findet nicht allein in den Liebhaberschriften, in denen er eine große Rolle spielt, ständig Bezugnahmen auf ihn, sondern auch aus dem italienischen Sprachgebiet ist uns die Äußerung von dem jüngeren *Selva*, einem Instrumentenbauer, bekannt, der seine, zuerst einfachen, dann achromatisierten Doppelfernrohre unter Beziehung auf *Zahn* einführt. Auf diese Weise ist es gelungen, das Auftreten von Doppelfernrohren, die hier meistens aus zwei holländischen Systemen zusammengesetzt sind, für die Zeit zwischen 1608 und 1787 als ununterbrochen nachzuweisen. Es mag aber hier dazu bemerkt werden, daß unser heutiges doppeltes Theaterglas kaum auf diese Vorgänger zurückgeht. Vielmehr ist es außerordentlich wahrscheinlich, daß dazu ein im 18. Jahrhundert sehr beliebtes Hilfsmittel Kurzsichtiger, das Handperspektiv, beigetragen hat. Es sei auf die Besprechung im Jahre 1915 dieser Zeitschrift, Seite 663, hingewiesen, wo diese Einrichtungen, die Fernrohrbrillen für ein Auge und die aus ihnen hervorgehenden beidäugigen Fernrohrbrillen, behandelt worden sind. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß schon in den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts solche doppelten Fernrohrbrillen, von denen wir einzelne Exemplare in der Literatur nachweisen können, einen gewissen, wenn auch beschränkten Markt hatten, und daß das Patent *Voigtländers* vom Jahre 1823 auf doppelte Operngläser mit achromatischen Objektiven aus dieser Vorstellungsreihe heraus erwuchs.

Ein weiteres Ergebnis der vorliegenden Arbeit ist

eine etwas genauere Darstellung der Versuche über die beidäugige Farbenmischung, als sie bisher zugänglich war. Hier spielt der oben erwähnte *Descarguliers* eine besonders große Rolle. Er hat solche Farbenmischungsversuche sowohl mit prismatischen Farben, wie mit selbstleuchtenden Körpern, wie mit Pigmentfarben angestellt, konnte zwar keine beidäugige Mischung erzielen, hob aber den Wettstreit der Sehfelder deutlich hervor. In gleicher Weise leugnete die Farbenmischung *Du Tour*⁴⁾, der sich die Ansicht gebildet hatte, man sehe immer nur mit einem einzelnen Auge. Wahrscheinlich von ihm angeregt, stellt *Janin* 1772 seine sehr bekannt gewordenen Versuche mit verschiedenfarbigen Brillengläsern an, in denen er entschieden die Mischfarbe beobachtet. Damit wird ein Gelehrtenstreit ausgelöst, der einen ganz großen Umfang annimmt und von *Muncke* im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts zusammenfassend behandelt wurde, ohne daß ihm jedoch eine Entscheidung gelang. Später, immer noch vor *Wheatstone*, äußerten sich *J. Müller*, *Vollmann* und andere in einem, im wesentlichen verneinenden Sinne. Klarheit hat hier erst der Berliner Physiker *Dove* geschaffen, der — merkwürdig unbeeinflußt von der ganzen Schaar seiner Vorgänger und wahrscheinlich auch ohne Kenntnis von ihnen — nach und nach seine schöne Theorie des beidäugigen Glanzes entwickelte und verlangte, daß die beiden, den Einzelaugen dargebotenen, farbigen Darstellungen keine allzugroßen Intensitätsunterschiede zeigen sollten.

Den Abschluß der aus der vorliegenden Arbeit anzuführenden Ergebnisse möge der Hinweis auf die Blagdenschen Riefelungsbilder geben, der auf das Jahr 1813 zurückgeht. Vor diesem Nachweis war man der Ansicht gewesen, daß die ersten Beobachtungen dieser Art auf das Jahr 1842 zurückgingen, wo der Züricher Universitätslehrer *Meyer* seine Beobachtungen über Tapetenbilder veröffentlichte. Nach unserer jetzigen Kenntnis sind aber ähnliche, wenn auch nicht ganz so umfassende Versuche bereits 29 Jahre vorher beschrieben worden.

Moritz von Rohr, Jena.

Morse, Fr., and O. B. French, Determination of the Difference in Longitude between each two of the Stations Washington, Cambridge and Far Rockaway. U. S. Coast and Geodetic Survey; special Publication Nr. 35. Washington 1916.

Es sind gerade 50 Jahre verflossen, seitdem 1860 die erste telegraphische Längenbestimmung zwischen Amerika und Europa stattgefunden hat. 1870, 1872 und 1892 hat eine Wiederholung die Unvollkommenheiten der ersten Benutzung der Kabel vermieden. Auch die innere Übereinstimmung ist von rund $\pm 0,1$ Sek. bei der ersten auf $\pm 0,02$ Sek. (mittl. Fehler) bei der letzten gestiegen. Seitdem haben die Methoden und Instrumente noch weitere Verbesserungen erfahren, so daß man jetzt eine innere Genauigkeit von einigen

Tausendteilen der Sekunde erreichen kann. Es erschien daher wünschenswert, die Längennetze der Vereinigten Staaten und Europas von neuem in Verbindung zu bringen, von denen jedes für sich eine große Vollkommenheit erlangt hatte. Noch ein weiterer Umstand kam in Betracht. Es ist neuerdings die Hypothese aufgestellt worden, daß sich die Kontinente gegeneinander verschieben, indem sie wie Schollen auf dem Magma schwimmen. Daß überhaupt horizontale Ausgleiche in der Erdkruste vorkommen, ist wahrscheinlich; die Frage, ob ganze Erdteile sich horizontal bewegen, läßt sich nur durch Messungen entscheiden, die daher ein ganz besonderes Interesse beanspruchen, mögen sie nun ein positives oder negatives Ergebnis liefern.

Die Anregung zu dem Unternehmen ist 1912 vom preußischen Geodätischen Institut ausgegangen. Es wurde anfangs auf die Beteiligung der Vereinigten Staaten gerechnet, und es war der Plan gefaßt, die drahtlose Telegraphie zu verwenden. Beides kam nicht zustande. Es wurden vielmehr die deutschen Kabel zwischen Borkum und den Azoren und zwischen diesen und Long Island benutzt. Es wurden drei Beobachtungsstationen errichtet in Borkum, Horta und Far Rockaway, wo die Beobachter Prof. *Schnauder*, Geheimrat *Albrecht* (†) und Prof. v. *Floton* tätig waren. Die im Sommer 1914 begonnenen Beobachtungen wurden durch die Zerstörung der Kabel bei Kriegsausbruch vorzeitig beendet, so daß der geplante Austausch der Beobachter in Borkum und Far Rockaway nicht mehr eintrat und die persönliche Gleichung zwischen ihnen nach den vorher vorgenommenen Bestimmungen in Rechnung gestellt werden mußte.

Borkum ist schon früher (1904) durch die Linie Borkum—Potsdam an das deutsche Längennetz angeschlossen worden. Far Rockaway ist 1914 durch die amerikanischen Beobachter *Morse* und *French* mit Washington D. C. und Cambridge Mass. verbunden worden. Es wurden die Längenunterschiede zwischen je zwei dieser drei Stationen gemessen. Der Gleichförmigkeit wegen wurden aus Deutschland, von der Firma *Bamberg* bezogene Instrumente verwendet, deren Beschreibung einen Teil der vorliegenden Veröffentlichung einnimmt. Das Dreieck der Beobachtungsstationen schließt mit dem kleinen Fehler von 0,0035 Sek. Die erhaltenen Ergebnisse sind dann von den Beobachtungsarten auf die Hauptpunkte durch trigonometrische Messungen bezogen worden.

Auf diese Weise findet sich als Ergebnis für den Längenunterschied

Cambridge-Greenwich 4h 44m 31s,039.

Fast gleichzeitig haben die Franzosen und Amerikaner 1913/14 eine drahtlose Bestimmung der Längendifferenz Paris-Washington ausgeführt, deren vorläufiges Ergebnis gut übereinstimmt, indem daraus

Cambridge-Greenwich 4h 44m 30s,989

folgt. Eine Vergleichung mit den früheren Bestimmungen zeigt, daß nach diesen Resultaten eine Änderung der Entfernung zwischen Amerika und Europa nicht merkbar ist. Wenn wir für denselben Längenunterschied nur die Sekunden angeben, so erhalten wir folgende Übersicht:

	s	s
1866 . . .	30,891	1892 . . . 31,12
1870 . . .	31,065	1913/14 . . 30,989
1872 . . .	31,016	1914 . . . 31,039.

A. Galle, Potsdam.

4) Ich habe inzwischen seine drei hierher gehörigen Arbeiten gefunden und teile die Titel sogleich mit:

Discussion d'une question d'optique. Mém. Sav. Etr. 1760, 3, 514—530. Taf. XVIII, XIX.

Addition au mémoire intitulé, Discussion d'une question d'optique, imprimé dans le troisième volume des Mémoires des Savans Etrangers, pages 514 et suivantes. Mém. Sav. Etr. 1763, 4, 499—511.

Appendice à un mémoire de M. Du Tour, imprimé dans le volume précédent. Mém. Sav. Etr. 1768, 5, 677—78.

Moorschutzhft, Beiträge zur Naturdenkmalpflege, herausgegeben von H. Conwentz, Bd. 5, Heft 2. Bericht über die siebente Konferenz für Naturdenkmalpflege in Preußen, Berlin, am 3. und 4. Dezember 1915. Denkschrift über die Notwendigkeit der Schaffung von Moorschutzgebieten. Berlin, Gebr. Bornträger, 1916.

Das vorliegende Heft, ein stattlicher Band von 358 Seiten, ist unseren Mooren gewidmet. Überblickt man die Liste der Teilnehmer der Konferenz in Berlin, so findet man Männer der Wissenschaft und der Praxis, Vertreter der Regierung und der Landesbehörden anwesend. Alle sind von dem Wunsche geleitet, die uns überkommenen Naturdenkmäler für unsere Nachkommen zu erhalten, soweit die Notwendigkeiten der heutigen ersten Zeit dies ermöglichen. Viele, welche die Bestrebungen für Naturdenkmalpflege unterstützten und in diesem Sinne tätig waren, sind heute als Kämpfer fürs Vaterland an der Front. Manche kehren nie wieder, sie haben ihr Blut für die Heimat gegeben.

Wenn die jetzige Konferenz die Verhandlungen unter dem Namen Moorschutz zusammenfaßt, so ist sie dazu vollauf berechtigt im Sinne der Bestrebungen der Naturfreunde; der Krieg läßt die Gefahr näher und näher kommen, daß durch ihn indirekt Naturdenkmäler, wie wir sie in den Hochmooren, besonders in Norddeutschland, aber auch in Bayern und Österreich, besitzen, geopfert werden müssen im Interesse der Allgemeinheit. Unsere Hochmoore sind in ihrer Ursprünglichkeit von Bedeutung durch die ihr eigene Pflanzenwelt und für die pflanzengeographische Forschung, für die Erhaltung besonderer Tierspezies sowohl als auch für die Geologie und Meteorologie. In letzterer Beziehung erfüllen sie ähnliche regulierende Funktionen, wie unsere Wälder. Wer die Verhandlungen der Konferenz verfolgt, wird mit Interesse die Beziehungen zwischen Naturdenkmalpflege — insbesondere Moorschutz — und Weltkrieg konstatieren können und sich den Beschlüssen, wie sie in der am Schlusse des Heftes gegebenen Denkschrift fixiert sind, anschließen müssen. Als nach Ausbruch des Krieges der Plan der Feinde Deutschlands, uns durch Abschneiden der überseeischen Zufuhren von Rohmaterialien und Lebensmitteln auszuhungern, bekannt wurde, konnten Mittel und Wege gefunden werden, diesen zu vereiteln. Durch sparsames Haushalten mit den vorhandenen Lebensmitteln und Einschränken der Bedürfnisse auf ein notwendiges Maß konnten die Vorräte gestreckt werden. Es wurden alle Maßregeln getroffen, um die Anbaufläche für Brotfrucht und Kartoffeln auf ein Maximum zu erhöhen, z. T. unter Verminderung anderer Kulturen, wie z. B. des Zuckerrübenbaues. Von den sonst brach liegenden Ländereien konnten für die Lebensmittelerzeugung noch die ausgedehnten Moorflächen in Frage kommen; Deutschland besitzt ungefähr 1 600 000 ha Moorfläche, Österreich ungefähr 60 000 ha. Dank der durch die Moorversuchsstationen und analoger Institutionen gemachten Untersuchungen waren in langjährigen Arbeiten die besten Kultivierungsmethoden für Umwandlung von Moor in Weide und Ackerland bereits vor dem Kriege gefunden worden und ziemlich große Flächen (in Bayern z. B. 46 000 ha von 146 000 ha Moorfläche) waren in Kulturland übergeführt worden. Mit der energischen Fortführung dieser Arbeiten konnte in großem Maßstabe in dem Zeitpunkte begonnen werden, als das Kriegsministerium Kriegsgefangene in genügender Zahl für die Arbeiten zur Verfügung stellen konnte.

Für die Umwandlung von Moorland in Acker- und Wiesland kommen nur zwei Verfahren in Frage, nämlich die von Holland übernommene Fehnkultur und die deutsche Moorkultur. Bei Benutzung der ersten Methode muß der Torf ausgebeutet werden und auf dem Liegenden des ursprünglichen Moores wird die neue Kulturschicht gebildet. So zweckmäßig und volkswirtschaftlich richtig dieses Verfahren auch ist, so kommt es für den vorliegenden Fall nicht in Frage, es braucht jahrelanger Arbeit, um eine größere Fläche der landwirtschaftlichen Nutzung zur Verfügung stellen zu können. Die deutsche Moorkultur allein ist imstande, das in einigen Monaten durchzuführen, wozu die Fehnkultur Jahre braucht. Der Torf bleibt auf seiner Lagerstätte, man beschränkt sich darauf, nur die oberste Schicht in Kulturland überzuführen. Zu diesem Zweck ist in erster Linie das Moor zu entwässern und zwar ist der Grundwasserspiegel um ungefähr 1 m zu senken für Ackerland, 0,7 m für Wiesen und 0,5 m für Weiden. Die oberste Deckschicht des Moores wird dann umgebrochen, durch Zusatz von Kalk werden die vorhandenen Humussäuren neutralisiert, eventuell wird zur Lockerung des Bodens eine dünne Sandschicht aufgetragen. Nach Düngung der bearbeiteten Flächen mit Kali, Phosphorsäure und Stickstoff ist dann der Boden für die Ansaat bereit. Daß wir die beiden zuerst genannten Düngemittel reichlich zur Verfügung haben, ist bekannt, für Herstellung des Stickstoffdüngers in hinreichender Menge dürfte heute auch gesorgt sein. In der Hauptsache ist daher, da Moorflächen in genügender Größe vorhanden sind, die Gewinnung neuen Kulturlandes zu einer Frage der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte geworden. Eine große Zahl von Genossenschaften, denen solche überwiesen wurden, haben energisch die Arbeiten an Hand genommen; Mitte 1915 waren bereits 163 000 ha Moorfläche in Bearbeitung genommen. Es ist anzunehmen, daß eine bedeutende Fläche im laufenden Jahre bereits der Kultur übergeben war und einen nicht gering anzuschlagenden Beitrag an die Volksernährung geleistet hat.

Ursprünglich ging die Absicht dahin, in erster Linie hauptsächlich nur Niedermoorflächen zu kultivieren und im wesentlichen die Hochmoore der Torfgewinnung zu reservieren. Mit dem Fortschreiten der Arbeiten ist man aber weitergegangen und hat die Beschränkung auf Niedermoorflächen lassen und mit Recht in erste Linie die Volksernährung gestellt. Diese Sachlage als maßgebend anerkennend, sahen sich gleichwohl die Freunde der Naturdenkmalpflege veranlaßt, als Mahner aufzutreten und dahin zu wirken, daß nicht wahllos Moore amelioriert werden, sondern daß einzelne charakteristische in ihrer Ursprünglichkeit erhalten werden. In den Verhandlungen kam neben dem Geologen der Botaniker, neben dem Jäger der Naturfreund zu Wort, alle für dauernden Schutz eintretend. In den Verhandlungen wurde u. a. auch darauf hingewiesen, daß schon die Entwässerung allein ein Moor stark verändert, die Weiterbildung des Moores wird aufgehalten, das Moor verwandelt sich in ein totes. Von der Senkung des Grundwasserspiegels befürchten manche eine wesentliche Änderung des Klimas in ähnlicher Weise, wie sie durch Vernichtung der Wälder stattfinden würde. Referent hält diese Befürchtung nicht für ganz stichhaltig, da die Aufsaugungsfähigkeit der oberen Schichten über dem Grundwasserspiegel für das Regenwasser wesentlich wohl nicht verändert werden dürfte. Alle Redner waren aber einstimmig der Ansicht, daß, als im allgemeinen Interesse liegend, einzelne charakteristische Moore dauernd geschützt und in ihrem jetzi-

gen Naturzustande erhalten würden mit der weisen Einschränkung, daß es genügend sei, für jede in Betracht kommende Provinz eine oder zwei in sich geschlossene Moorflächen genügender Größe zu schützen.

Eine am Schluß des Heftes gegebene Denkschrift begründet ausführlich die Vorschläge der Konferenz. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß die Regierungen der in Betracht kommenden Staaten den gleichen Standpunkt wie die Konferenz einnehmen werden und die Vorschläge durchzuführen suchen werden, wozu sie allein in der Lage sind. Der dankbaren Anerkennung der Mit- und Nachwelt sind sie sicher.

Asmus Jabs, Zürich.

Mitteilungen aus der Röntgentechnik

Quantitative Vergleichung der Wirkung von Röntgenstrahlen und Lichtstrahlen auf Bromsilbergelatine. Eine Anzahl Methoden, die Stärke von Röntgenstrahlen zu messen, beruht auf der Wirkung der Röntgenstrahlen auf die photographische Platte. Da diese Wirkung oft mit der des gewöhnlichen Lichtes verglichen wird, werden von J. K. A. Wertheim-Salomonson (*Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen* Bd. 23, S. 509, 1916) beide Wirkungsarten miteinander verglichen. Auf die beiden Hälften ein und derselben (zerschnittenen) photographischen Platte wurden zwei *Expositionsskalen* aufgenommen. Die Expositionsskala für die Röntgenstrahlen wurde so hergestellt: Vor der schnell bewegten photographischen Platte befand sich eine Bleiplatte, in die nebeneinander 6 Rechtecke eingeschnitten waren, alle 8 mm breit, dagegen verschieden hoch, nämlich 1, 2, 4, 8, 16 und 32 mm. Auf der fallenden photographischen Platte entstehen daher nach der Belichtung durch die Röntgenstrahlen sechs über die ganze Länge der Platte laufende Bänder von 8 mm Breite. Ist die Dauer der Einwirkung der Röntgenstrahlen gleich K , so wird die den Bändern entsprechende Dauer 1, 2, 4, 8, 16 und 32 mal K . Registriert man gleichzeitig die Dauer, während welcher die Platte fällt, durch einen rotierenden Bleisektor auf die Platte, so kann man für jeden Streifen die Expositionsdauer und durch photometrische Ausmessung die entsprechende Schwärzung der photographischen Platte bestimmen. Auf ähnliche Weise wurde auf der zweiten Plattenhälfte eine Expositionsskala für gewöhnliches Licht hergestellt. Aus den erhaltenen Zahlen wurden sogenannte charakteristische Kurven konstruiert, die als Abszissen die Logarithmen der Beleuchtungszeiten und als Ordinaten die Schwärzungen enthalten. Je zwei zusammengehörende Kurven für Licht und Röntgenstrahlen ermöglichen den Vergleich. Sie sind im Gebiete der kurzen Beleuchtungszeiten konvex zur X-Achse gekrümmt und gehen im Gebiet der korrekten Exposition in eine Gerade über. Wird die Gerade bis zur X-Achse verlängert, so ist der Schnittpunkt, der sogenannte Beharrungspunkt, in weiten Grenzen von der Entwicklungsweise der Platte abhängig; er charakterisiert die Empfindlichkeit der Platte. Es zeigte sich, daß die Neigung der charakteristischen Linien im Gebiete der korrekten Exposition für Licht beträchtlich größer ist als für Röntgenstrahlen. Daher muß die Wirkung der beiden Strahlenarten für die photographische Platte ganz anders sein. Der Verfasser sucht den Grund darin, daß die empfindliche Schicht Lichtstrahlen sehr kräftig, dagegen Rönt-

genstrahlen mäßig absorbiert. „Da wir ferner wissen, daß innerhalb sehr weiter Grenzen die Wirkung der beiden Strahlenarten in demselben Maße wächst, wie die Intensität größer wird, können wir a priori vermuten, daß bei Lichtstrahlen die Wirkung an der Oberfläche der empfindlichen Schicht sehr intensiv ist, jedoch in den tiefer gelegenen Teilen derselben sehr beträchtlich an Intensität abnimmt. Bei Röntgenstrahlen, die bei dem Durchdringen der Bromsilbergelatineschicht viel weniger stark geschwächt werden, dürfen wir erwarten, daß die Wirkung in den oberflächlichen und tiefer gelegenen Schichten nicht nennenswert an Stärke verschieden sein wird. Nach dem Entwickeln werden wir also bei dem Negativ, das durch Lichtwirkung erhalten ist, eine sehr ungleichmäßige Verteilung des reduzierten Silbers erwarten dürfen: Dieses ist besonders an der Oberfläche angehäuft, während die Gelatine an der Glasseite fast kein reduziertes Silber erhalten wird. Bei einem Röntgennegativ dagegen wird die Einwirkung in allen Schichten der Gelatine ziemlich gleich gewesen sein, und ist das Silber also ziemlich gleichmäßig über die ganze Dicke der Gelatineschicht verteilt.“ Daß dieses wirklich so ist, wird außer durch eine eingehende Rechnung durch folgenden Versuch gezeigt. Es wurden mikroskopische Präparate von Querschnitten durch verschiedene Gelatineschichten hergestellt, die mit Licht- und Röntgenstrahlen belichtet waren. Die Photographien zeigen, daß die obige Ansicht richtig ist, daß das Silber nach der Lichtwirkung nur in einer oberflächlichen Schicht, bei der Röntgenstrahlenwirkung durch die ganze Schicht hindurch reduziert ist. Zugleich ergab sich: Die Wirkung auf die photographische Platte ist bei verschiedenen harten Röntgenstrahlen nicht dieselbe. Nur bei sehr weichen Strahlen ist die ganze Schicht gleichmäßig geschwärzt, bei einer harten erscheint eine Schwärzungsverteilung, die dem Lichtstrahleneffekt ähnelt. Das ist nur daraus zu erklären, daß zugleich mit den harten Röntgenstrahlen eine sehr weiche, leicht absorbierbare Strahlung die photographische Platte erreicht. Diese Strahlung wird wahrscheinlich eine Sekundärstrahlung sein, die an der Glaswandung der Röntgenröhre oder in der Papierhülle der Trockenplatte erzeugt ist. Für eine Verwendung der photographischen Platte zur Messung der Strahlenmenge ergibt sich aus den Versuchen: Es besteht für die Emulsionen eine verschiedene Gradation unter der Einwirkung von Licht und Röntgenstrahlen und auch bei Röntgenstrahlen verschiedener Härte. Berücksichtigt man das, so läßt sich eine photographische Messung der Röntgenstrahlenmenge durchführen.

Eine neue Methode zur Intensitäts- und Härtebestimmung von Röntgenstrahlen (besonders für die Zwecke der Tiefentherapie). Zu den bisher benutzten Methoden zur Bestimmung der Härte von Röntgenstrahlen fügt R. Glocker (*Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen* Bd. 24, S. 91, 1916) eine neue hinzu. Man könnte denken, daß dies bei der übergroßen Zahl von Meßmethoden in der Röntgenstrahlenmeßtechnik überflüssig sei. Die neue Methode baut aber nicht nur auf neuen, bisher in der Meßtechnik unbenutzten, physikalischen Grundlagen auf, sondern vermag auch Ergebnisse zu liefern, die über den Arbeitsbereich der bisher üblichen Härtemeßmethoden erheblich hinausreichen. Der Verfasser geht von der Tatsache aus, daß jede von einer Röntgenröhre gelieferte Strahlung aus einem Gemisch von Strahlungen verschiedenen Durchdringungsvermögens besteht. Durch

die bisherigen Meßmethoden ließ sich nur ein Mittelwert der Härte bestimmen und nicht der geringste Anhalt gewinnen, wie die Strahlung in ihren Bestandteilen zusammengesetzt ist. Ein Verfahren zur direkten experimentellen Lösung des Problems der Strahlenanalyse muß die drei folgenden Bedingungen erfüllen:

1. Das heterogene Strahlungsgemisch muß in seine Bestandteile verschiedener Härtebezirke zerlegt werden;
2. Die Intensitäten der einzelnen Bestandteile müssen voneinander getrennt zur Messung gelangen;
3. Die Härtegrade der zur Intensitätsmessung gelangenden Strahlungsgruppen müssen gleichzeitig ermittelt werden.

Zur Lösung dieser Aufgaben benutzt der Verfasser die von den primären Röntgenstrahlen ausgelösten Sekundärstrahlen, deren Intensität von der Intensität und der Härte der primären Röntgenstrahlen abhängig ist. Diese Sekundärstrahlung tritt erst dann auf, wenn die Härte der erregenden Strahlung einen gewissen unteren, für jede Substanz charakteristischen Grenzwert überschritten hat, und zwar tritt sie dann mit größter Stärke auf. Setzt man also der zu messenden Röntgenstrahlung verschiedene Körper aus, so werden an den einzelnen Körpern nur dann Sekundärstrahlen entstehen, wenn die die Sekundärstrahlen erzeugenden Wellenlängen im Röntgenstrahlungsgemisch vorhanden sind. Darauf gründet sich das neue Meßprinzip und hat damit eine große Ähnlichkeit mit einer Meßmethode der Akustik: Um die einfachen Töne, welche in einem musikalischen Klang vorhanden sind, experimentell zu bestimmen, bedient man sich der Helmholtzschen Resonatoren. Die Luftmasse eines solchen Resonators hat einen bestimmten Eigenton. Ist dieser im untersuchten Klang vorhanden, so ertönt der Resonator. Ganz entsprechend gibt bei der Glockerschen Methode das Auftreten von Sekundärstrahlung an passend ausgewählten chemischen Stoffen, welche von der zu untersuchenden Röntgenstrahlung getroffen werden, davon Kunde, daß in dieser Strahlung bestimmte Wellenlängen vorhanden sind. — Der neue Härtemesser, der auf diesem Prinzip aufgebaut ist, besteht aus einem Gehäuse in Form eines rechteckigen Kastens von 12 cm Höhe, 8 cm Breite und 6 cm Länge. Darin sind fünf verschiedene Sekundärstrahler so angeordnet, daß sie unter einem Winkel von 45° von den durch einen Schlitz einfallenden Röntgenstrahlen getroffen werden. Die an ihnen erzeugten Sekundärstrahlen treffen eine photographische Platte, die vor den direkten Röntgenstrahlen durch den Kasten geschützt ist. Dementsprechend entstehen auf der photographischen Platte 5 Felder verschiedener Schwärzung. Aus den Schwärzungsanteilen dieser Felder läßt sich auf die Strahlenzusammensetzung schließen. Die Belichtungszeit beträgt bei einem Abstand von 40 cm nur $\frac{1}{2}$ bis 2 Minuten. — An mehreren Beispielen wird die Brauchbarkeit der neuen Methode gezeigt. Besonders belegend sind zwei Aufnahmen, die eine ganz abweichende Strahlenzusammensetzung zeigen, obwohl ein gewöhnlicher Härtemesser gleiche Härtegrade angab. Das neue Meßinstrument ist in hohem Maße geeignet, bei Problemen der Tiefentherapie, wo nur härteste Strahlen verlangt und die weichen Strahlen wegen ihrer schädlichen Wirkung auf die Haut vermieden werden müssen, eine wichtige Rolle zu spielen. So zeigt z. B. der Verfasser, daß man für diese Zwecke die Strahlung besser durch ein Zinkfilter

als durch ein Aluminiumfilter gehen läßt. Ferner wird man die neue Methode sehr wohl da gebrauchen können, wo es gilt, durch besondere Schaltungsarten usw. extrem harte Strahlung zu erzielen und nachzuweisen.

Die Glühkathoden-Röntgenröhre von Siemens & Halske, A.-G. Die Röntgenstrahlenerzeugung in der neuen gasfreien Röhre und Spezialapparate zu ihrem Betriebe für Diagnostik und Therapie. Die vorliegende Veröffentlichung (*Berliner Klinische Wochenschrift* Nr. 12 und 13, Jahrg. 1916), deren Inhalt einem Experimentalvortrag entspricht, welchen K. Lasser am 26. Januar 1916 in der Berliner Medizinischen Gesellschaft gehalten hat, bringt zum ersten Mal ausführliche Mitteilungen über die im Laboratorium von Siemens & Halske ausgearbeiteten Verbesserungen der Coolidge-Röntgenröhre. Nach einigen einleitenden Ausführungen über den Unterschied zwischen den alten und neuen Röntgenröhren beschreibt der Verfasser zunächst die konstruktiven Einzelheiten der verbesserten Röhren. Es wird für Diagnostik und für Tiefentherapie je eine besondere Ausführungsform hergestellt, deren erstere in den äußeren Abmessungen den alten Röhren entspricht, während bei der Tiefentherapie der Brennpunkt unscharf eingestellt ist und die äußeren Abmessungen beträchtlich vergrößert worden sind. Die neuen Röhren besitzen bekanntlich als Haupteigenschaft die Regulierfähigkeit der Härte. Sie wird durch die Veränderung der an die Röhre geschalteten Spannung erreicht, während die Intensität der Strahlung durch die Veränderung der Glühtemperatur der die Kathode bildenden Glühspirale geschieht. Beide Maßnahmen sind gänzlich voneinander unabhängig vorzunehmen, so daß es möglich ist, die Härte zu ändern, ohne die Intensität gleichzeitig zu beeinflussen und umgekehrt. Das ist für die praktische Röntgentechnik von größtem Wert. Zum Betriebe der neuen Röhren bedarf es eines Wechselstromanschlusses. Man sollte zunächst denken, daß bei dem direkten Wechselstromanschluß eine Anordnung wie der Hochspannungsgleichrichter nötig sei, um den erzeugten Wechselstrom in pulsierenden Gleichstrom umzuwandeln. Es ist eine weitere wichtige Verbesserung, daß bei der neuen Röhre eine derartige Anordnung nicht nötig ist. Das wird dadurch möglich, daß die neuen Röhren in hohem Maße gleichrichtende Eigenschaften haben und auch den höchstgespannten Strom nur in der einen Richtung hindurch lassen, und zwar in der Richtung, für welche die glühende Elektrode Kathode ist. In einem besonderen Abschnitt wird die Verwendung der neuen Röhren in der Tiefentherapie behandelt. Die große Form der Therapie röhre macht es möglich, mit bedeutend höheren Spannungen und damit härteren Strahlen zu arbeiten als früher. Dem pulsierenden Charakter des einseitig abgedrosselten Wechselstromes entsprechend, wird aber bei der bisher geschilderten Betriebsweise die Betriebsspannung alle Spannungswerte von Null bis zu einem Maximalwerte durchlaufen, und die Strahlung wird aus einem Gemisch harter und weicher Strahlen bestehen. Würde man zum Betriebe der Röhre eine Spannung von gleichbleibender Größe verwenden, so müßten Strahlen einer bestimmten Wellenlänge, d. h. homogene Röntgenstrahlen entstehen. Um in technisch einwandfreier Weise möglichst wenig pulsierenden, hochgespannten Gleichstrom in beliebiger Stärke herzustellen, wird ein Drehstromtransformator benutzt und mehrere Glühkathoden-Ventilröhren nach Art der Graetzschen

Schaltung so angeordnet, daß die drei Wechsel des Drehstromes durch die Röhre fließen. Da sie sich zeitlich überdecken, so kommt ein sehr schwach pulsierender Strom zustande, der fast Gleichstromcharakter hat. In einem Anhang ist die Diskussion enthalten, die dem Vortrage folgte und aus der hervorgeht, daß man in Ärztekreisen an die neue Röntgeneinrichtung sehr hohe Erwartungen knüpft.

Zweierlei Arten von Interferenzerscheinungen an Röntgenstrahlen sind bisher bekannt geworden, die Aufnahmen bei Durchstrahlung eines Kristalls und die Linienspektren bei Reflexion an einem Kristall. *P. Debye* und *P. Scherrer* (*Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im Röntgenlicht*, *Physikalische Zeitschrift* Bd. 17, S. 277, 1916) beschreiben jetzt eine neue Erscheinung. Die Versuchsanordnung ist folgende: Ein Pulver von amorphem Bor, amorphem Silizium oder Borstickstoff oder Lithiumfluorid usw. wird zu einem Stäbchen von 2 mm Durchmesser und 10 mm Länge gepreßt. Das Stäbchen wird in einer zylinderförmigen Kamera aufgestellt; durch ein Bleiröhrchen in der Wand der Kamera treten Röntgenstrahlen ein. Aus der Kamera tritt das Röntgenstrahlenbündel durch eine mit schwarzem Papier überdeckte Öffnung wieder aus. Auf diese Weise ist dafür gesorgt, daß Sekundärstrahlen nicht entstehen. Das in der Mitte der Kamera stehende Stäbchen wird von den Röntgenstrahlen in der Mitte getroffen. Längs der Wandung liegen zwei halbkreisförmig gebogene photographische Films, auf denen die Interferenzstrahlung aufgefangen wird. Die Interferenzen kommen dadurch zustande, daß in dem amorphen Pulver kleine Kriställchen vorhanden sind, die, wenn auch regellos gelagert, dennoch Maxima und Minima der Strahlung veranlassen. Die Maxima liegen auf Kegeln, deren Achse mit der Richtung der primären Strahlung zusammenfällt und deren Spitze sich im Innern des bestrahlten Körpers befindet. Es entstehen demnach auf den photographischen Films kreisförmige, scharfe Interferenzstreifen, die als der Durchschnit der Interferenzkegel mit dem zylindrisch gebogenen Film zu deuten sind. Von vier reproduzierten Aufnahmen sind drei mit Kupferantikathode und eine mit einer Platinantikathode gemacht worden, wobei zum Teil Lithiumfluorid, zum Teil Graphit als bestrahlter Körper benutzt wurde. Die Verfasser geben eine Theorie der Erscheinung; es gelingt ihnen, zu zeigen, daß die theoretisch geforderten Beziehungen sich experimentell nachweisen lassen. Jede Wellenlänge der Röntgenstrahlung erscheint auf dem Photogramm in einer Anzahl von Linien; die neue Methode läßt sich sowohl zur Bestimmung der Gitterstruktur von Kristallen, wie zur Messung der Wellenlänge von Röntgenstrahlen mit Hilfe einer bekannten Kristallstruktur benutzen. Eine Anleitung zur Verwendung der Aufnahmen bei beliebigen Kristallsystemen soll später veröffentlicht werden.

Die Aufgabe, die Röntgenstrahlen so durchdringend zu machen, wie die Gammastrahlen der radioaktiven Substanzen, steht in der modernen Röntgentechnik mit an erster Stelle. *P. Ludewig* (*Eine Methode zur Erzeugung sehr harter Röntgenstrahlen*, *Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau*, Wien, Bd. 34, S. 317, 1916) untersucht, wie die Erzeugungsmethode geändert werden muß, um das zu erreichen. Bei der Bremsung des Kathodenstrahles auf der Antikathode der Röntgenröhre entsteht die sogenannte Impulsstrahlung und die charakteristische Strahlung; beide zusammen geben ein

sehr kompliziertes Röntgenstrahlenspektrum. Während die charakteristische Strahlung von dem Material der Antikathode abhängt — jedes Antikathodenmetall sendet einzelne ihm charakteristische Wellenlängen aus —, ist die Impulsstrahlung eine Funktion der Spannung an der Röntgenröhre. Die Durchdringungsfähigkeit der Impulsstrahlung ist um so größer, je größer die Spannung ist. Die Wellenlängen der charakteristischen Strahlung kann man natürlich nicht ändern, aber der Impulsstrahlung kann man durch Änderung der Spannung beliebige Werte geben. Um diese Strahlung möglichst hart zu machen, ist daher der Verlauf der Spannung an den Röhren im Betriebe sehr wichtig. Diesen Spannungsverlauf leitet der Verfasser theoretisch ab. Es ergibt sich eine Kurvenform, die der experimentell ermittelten entspricht. Sie zeigt im Beginn eines jeden Stromstoßes einen „Zündgipfel“ und dann einen Abfall auf einen niedrigen Wert. Dementsprechend wird in jedem Stromstoß ein Gemisch von verschiedenen harten Impulsstrahlen erzeugt. Der neue Gedanke des Verfassers ist: die bei jedem Stoß erzeugten weichen Röntgenstrahlen auszuschließen, nur die Strahlen entstehen zu lassen, die durch den Zündgipfel hervorgerufen werden und durch die Betriebsverhältnisse den Zündgipfel so hoch wie irgend möglich zu legen. Ferner die elektrischen Schwingungen, die bei jedem Stoß im Sekundärkreis des Induktors oder des Transformators erregt werden und den Stromverlauf verlängern und komplizieren, unschädlich zu machen. Die Lösung dieser Aufgaben führt zu einer besonderen Schaltung im Stromkreise der Röntgenröhre. Von den Klemmen der Hochspannungsquelle führt die Leitung über zwei unsymmetrische Luftfunkenstrecken und zwei Widerstände sehr hoher Ohmzahl zur Röntgenröhre. Die Funkenstrecken haben die Eigenschaft, den Stromstoß abzukürzen und die Widerstände die Aufgabe, erstens die Schwingungen vollkommen zu dämpfen und zweitens den Betriebszustand der Röhre auf eben geeigneten Punkt der Charakteristik zu legen. Außerdem muß der Hochspannungsgenerator eine sehr hohe Spannung liefern. Die Forderungen, nur die Zündspannung zur Erzeugung der Impulsröntgenstrahlen zu benützen, sind damit erfüllt: die Funkenstrecken schneiden den letzten Teil eines jeden Stoßes automatisch ab; die hohen Widerstände haben zur Folge, daß die Stromstärke nur klein ist, daß daher die Leitfähigkeit in der Röhre nur geringe Werte annimmt, die Zündspannung infolgedessen sehr hoch liegt, und daß die elektrischen Schwingungen gedämpft werden.

Über Beobachtungen am Röntgentransformator. Die elektrischen Vorgänge im Primär- und Sekundärkreis eines Hochspannungsgleichrichters (Röntgentransformators) untersucht *C. Déguisne* (*Physikalische Zeitschrift* Bd. 17, S. 106, 1916) mit dem Oszillographen. Beim Induktor ist die Zufuhr von Energie aus dem Primärkreis bereits abgeschlossen, wenn die sekundäre Entladung einsetzt; beim Röntgentransformator dagegen wird während der Entladung noch Energie nachgeschoben. Die sekundär abgenommene Energiemenge hängt hier daher stark davon ab, ob eine weiche oder eine harte Röntgenröhre eingeschaltet ist. Bei einer weichen Röhre ist die Rückwirkung auf den Primärkreis den Oszillogrammen nach sehr groß. Ähnlich äußert sie sich auf den Verlauf des magnetischen Feldes und der sekundären elektromotorischen Kraft. Die Oszillogramme der sekundären Klemmenspannung zeigen bei Einschaltung harter Röhren einen Kurvenverlauf

von beachtenswerter Unregelmäßigkeit. Die Entladung erfolgt in zackenartigen Stößen, die Spannung fällt in jedem Stoß von 80 kV auf 40 kV und steigt wieder; nach *Déguisne* deswegen, weil der Sekundärstrom auf das Magnetfeld zurückwirkt. Jeder rasche Aufstieg des Sekundärstromes hat ein augenblickliches Sinken, jeder plötzliche Abfall des Stromes ein Ansteigen der elektromotorischen Kraft zur Folge. Hierauf beruht die von vielen Seiten gefundene stoßartige Form der Röntgenstrahlung. Der zweite Teil der Arbeit behandelt die Wanderwellen in der Sekundärspule des Röntgentransformators. Die sekundäre Stromstärke verteilt sich nicht gleichmäßig über die ganze Länge der Sekundärwicklung. Infolgedessen kommt es bei jedem Stromstoß zu einer Strömung der Elektrizität, die Wanderwellen in der Sekundärspule hervorruft. Diese Wellen können beim Eintreffen an den Klemmen eine Spannungserhöhung veranlassen, die nach dem Aussetzen des sekundären Stromes ein neues Zünden der Röntgenröhre oder, falls die Röhre noch nicht verlöscht war, ein ruckweises Ansteigen des Stromes zur Folge hat. Als Fortpflanzungsgeschwindigkeit findet *Déguisne* $1,2 \cdot 10^{10}$ cm pro Sekunde. Einige Oszillogramme zeigen, daß die Stromverteilung in der Sekundärspule tatsächlich ungleichmäßig ist, und daß für die Kurvenform die Wanderwellen von großer Bedeutung sind.

Das Integraljontometer. Die in der Röntgentechnik verwendeten Dosierungsverfahren haben den Nachteil, daß ihre Angaben von der Härte der Röntgenstrahlen abhängen und daher nicht eindeutig sind. *Th. Christen* (*Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen* Bd. 23, S. 520, 1916) stellt sich die Aufgabe, ein Instrument zu schaffen, das diesen Nachteil vermeidet, um zu erreichen, daß das Instrument bei harten und weichen Strahlen zu gebrauchen ist und auch dann, wenn man es — wie stets in der Praxis — mit einem *Strahlungsgemisch* zu tun hat. Angenommen die Strahlung fiele durch einen Absorptionskörper von überall gleicher Dicke in eine Ionisationskammer. Dann würden um so mehr Strahlen durch den Absorptionskörper hindurchgehen, je härter die Strahlung ist, und andererseits würden in der Luft der Ionisationskammer um so weniger Strahlen absorbiert. Man könnte nun denken, daß diese beiden entgegengerichteten Einflüsse einander aufheben, und daß die Stärke der Ionisation in der Kammer ein von der Härte der Strahlen unabhängiges Maß für die Strahlenstärke wäre. Das ist aber falsch. Qualitativ wirken die Einflüsse in entgegengesetzter Richtung, aber quantitativ heben sie sich nicht auf. Zur Lösung der Aufgabe muß die Frage so gestellt werden: Welche Gestalt muß der Absorptionskörper haben, damit die Stärke der Ionisation in der Ionisationskammer ein von der Härte unabhängiges Maß für die Strahlenstärke ist. *Christen* zeigt zwei Lösungen. Entweder gibt man dem Absorptionskörper die Form eines ebenen Keiles oder man setzt einen rotationsparabolischen Hohlkörper über eine kreisrunde Kammer. Der letzte Weg wurde bei der Konstruktion des Integraljontometers eingeschlagen, das für die Meßtechnik der Röntgenstrahlen einen wichtigen Fortschritt bedeutet. Es ist mit ihm nicht nur möglich, unab-

hängig vom Härtegrad Flächenenergie und Intensität zu messen, sondern auch für die Leistung eines Röntgenapparates ein einwandfreies Maß zu geben.

Ziele und Probleme der Röntgenstrahlenmeßtechnik. Für die Frage nach einer Vereinheitlichung des Meßwesens in der Röntgentechnik (*Voltz, Fortschr. a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen* Bd. 24, S. 1—51, 1916) kommt es erstens darauf an, die physikalisch-chemische Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Meßgerät und zweitens die chemisch-biologische Wirkung auf den menschlichen Körper kennen zu lernen. Beide Wirkungen sind auf die Bildung von negativen Elektronen zurückzuführen, die die Röntgenstrahlen in der von ihnen getroffenen Substanz erzeugen. Diese Elektronen, die Kathoden- oder β -Strahlencharakter haben, verursachen dann die äußerlich sichtbare Wirkung auf Meßgerät oder Zelle. Damit tritt das „Sekundärstrahlenproblem“ in den Vordergrund, d. h. die Frage, wie groß die Sekundärstrahlung ist in Abhängigkeit von der Art der getroffenen Substanz und der Wellenlängenzusammensetzung des Röntgenstrahlungsgemisches. Die Erscheinung der selektiven Absorption der Röntgenstrahlen bildet die Hauptquelle für die zahlreichen bisherigen Unstimmigkeiten in der Röntgenmeßtechnik; erst wenn man dafür gesorgt hat, daß das physikalische Meßinstrument aus Substanzen besteht, in denen das Strahlungsgemisch des Röntgenrohres keine Sekundärstrahlen erzeugt, werden einwandfreie Messungen möglich. Unter diesem Gesichtspunkt ist sowohl zur Messung der Härte, wie auch der Dosis nur die jontometrische Methode geeignet; zum Bau des Ionisationsraumes dürfen daher nur Stoffe benutzt werden, in denen die Sekundärstrahlung keine Rolle spielt. Zugleich ist zur Beurteilung des Strahlungsgemisches die Beobachtung der Kurvenform der an der Röhre liegenden Spannung nötig. Daher sind fast alle heute gebräuchlichen Meßinstrumente ungeeignet und ein Vergleich der verschiedenen Meßmethoden undurchführbar. Zur Lösung des Gesamtproblems muß ferner auch die Wirkung auf die Zellen des menschlichen Körpers berücksichtigt werden. Auch in ihnen werden Sekundärstrahlungen und selektive Absorption für bestimmte Wellenlängen eintreten. Daraus folgt aber, daß, wenn auch die Röntgenstrahlen physikalisch einwandfrei gemessen werden, doch bei gleichem physikalischen Effekt nicht immer der gleiche biologische Effekt in der Zelle eintreten muß. Es ist daher noch unbekannt, in welcher Beziehung ein bestimmter biologischer Effekt zu einer bestimmten physikalischen Strahlenenergie steht. Neben der Durchbildung und Vervollkommenung des physikalischen Meßinstruments und der Vereinheitlichung der Meßmethoden und Meßskalen ist daher das Studium der biologischen Wirkung der Röntgenstrahlen zur Lösung des Gesamtproblems erforderlich. — Die Arbeit von *Voltz* enthält außer einer Sichtung des bisher bekannten Materials auch einige neue Versuche. Sie beziehen sich auf die Erforschung der elektrodynamischen Eigenschaften der Röntgenröhre und knüpfen an die Ludewigsche Theorie über das Verhalten der Röhre im Betriebe an. Es zeigt sich, daß die theoretisch abgeleiteten Beziehungen mit den Versuchsergebnissen sehr wohl übereinstimmen.

Paul Ludewig, Freiberg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 4.

26. Januar 1917.

LIBRARY
RECEIVED
Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Zur Leptonenkunde als Feinbaulehre der Stoffe.
Von *Geheimrat Prof. Dr. F. Rinne, Leipzig*.
S. 49.

Die Messung der Plasmaviskosität lebender
Pflanzenzellen. Von *Dr. Friedl Weber, Graz*.
S. 56.

Besprechungen:

Titius, Arthur, *Naturwissenschaft und Ethik*.
Von *M. Kronenberg, Berlin*. S. 59.

Thormeyer, Paul, *Philosophisches Wörterbuch*.
Von *M. Kronenberg, Berlin*. S. 61.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Das Messen
von Strecken und Winkeln auf Karten ohne
mathematische Vorkenntnisse. S. 61.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner
Zweigverein): Einige Beziehungen zwischen
der Luftdruckverteilung bei Island und dem
Wetter in Deutschland. S. 62.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen
Akademie der Wissenschaften. S. 63.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 22, 23 und 24.
S. 63.

Geographische Zeitschrift, 1916, H. 12 S. 64.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Werner Siemens

Ein kurzgefaßtes Lebensbild nebst einer Auswahl
seiner Briefe

Aus Anlaß der 100. Wiederkehr seines Geburtstages

Herausgegeben von

Conrad Matschoß

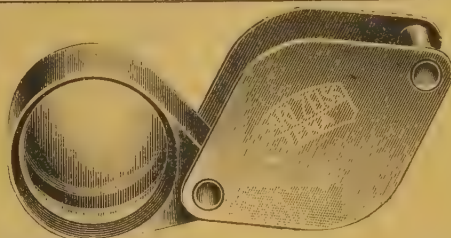
Zwei Bände

In Halbpergament gebunden Preis M. 20.—

Verlag von Julius Springer in Berlin

ZEISS-Lupen

für
Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG

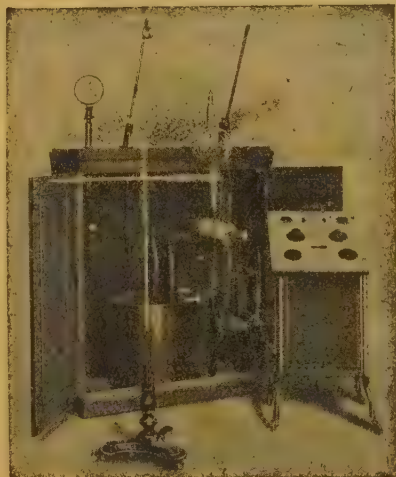


WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

26. Januar 1917.

Heft 4.

Zur Leptonenkunde als Feinbaulehre der Stoffe.

Von Geheimrat Prof. Dr. F. Rinne, Leipzig.

In einer „Zur ältesten und zur neuesten Kristallographie“ überschriebenen Veröffentlichung in dieser Wochenschrift¹⁾ habe ich versucht, den außerordentlichen Fortschritt zu kennzeichnen, den die Kristallographie erfahren hat in Verfolg der großen Entdeckung, daß Röntgenstrahlen beim Eintritt in Kristalle gebeugt werden. Es wirken letztere ganz im Sinne der regelmäßig dreidimensional periodisch angeordneten Gitter, wie sie die Theorie der Kristallstruktur seit *Bravais* vorausgesetzt hat. So waren in Verfolg der *Laueschen* Ideen mit einem Schlage drei große wissenschaftliche Werte gewonnen: die Natur der Röntgenstrahlen als außerordentlich kleinwellige Lichtbewegung sichergestellt, die Kristalle als Raumgitter bestätigt und die mehr als zweitausendjährige Frage nach der Existenz der „Atome“ in bejahendem Sinne experimentell beantwortet.

1.

Sei es gestattet, im folgenden die einschlägigen Verhältnisse in einem über den Rahmen der Kristallographie hinausgehenden, also allgemeineren Sinne zu würdigen. Sind doch Chemie, Physik, Kristallographie und Naturphilosophie am Thema gleichmäßig interessiert; wenn man auch die räumliche Anordnung der Atome eines Stoffes geradezu als Stereochemie bezeichnet hat, so ist nicht zu verkennen, daß sich eine Stereophysik daneben entwickelte. Sie nimmt insbesondere Bedacht auf die Bewegungserscheinungen im Aggregat der Molekeln und in diesen selber, um solche kinetischen Verhältnisse in Beziehung zu anderen physikalischen Umständen, insbesondere zur Optik, zu setzen. So sind also aus dem alten Leukipp-Demokrit-Epikurischen Stamme der Atomlehre drei Zweige der Wissenschaft erwachsen: Stereochemie, Stereophysik und Kristallstrukturlehre, deren natürliche Zusammengehörigkeit zu einer Wissenschaft mehr und mehr heraustritt. Ich habe vorgeschlagen, sie *Leptonologie* (Leptonenkunde, Leptonistik) zu nennen (von *λεπτός* zart, fein) in Ansehung des Umstandes, daß es sich um die Lehre von den Eigenschaften und der Aggregation der Feinbauelemente der Materie, den Molekeln, Atomen und Elektronen handelt.

Ein großer Fortschritt der Feinbaulehre ist es, daß Maßzahlen mehr und mehr in ihr eine Rolle spielen, während früher lediglich die Anzahl der Atome in der Molekel und hinsichtlich

der Atomlagerung nur Schätzungen des Abstandes und der Tensorrichtung in Betracht kamen. Die röntgenogrammetrischen Untersuchungen an Kristallen bergen das glückliche Moment, den absoluten Abstand der Atomschwerpunkte in genau bekannten Richtungen ausfindig machen zu können, ein Umstand, der darin begründet ist, daß die Röntgenwellenlängen und die Strukturebenenabstände des kristallinen Gefüges in einer einfachen Beziehung stehen, die sich zufolge der harmonisierenden Größenordnung dieser Maße experimentell erkunden läßt. Auch bei Flüssigkeiten gestatten die Maße der Aggregation die Anwendung der Röntgenlichtwellen zur quantitativen Erforschung der Baulängen, wie ausgezeichnete Untersuchungen von *Debye* und *Scherrer* am Benzol gezeigt haben: seine Strukturmaße fallen in die Größenordnung der X-Strahlen und sind zufolge der verhältnismäßig dichten Molekelpackung experimentell zu fassen. Bei der Erkundung von Gasen steht die dünnbesäte Versammlung der Molekeln dem Experiment entgegen. Da sind es dann weit- und tiefgreifende mathematische Überlegungen, die an das Ziel, zur quantitativen stereochemischen Formel, geführt haben.

Die Versuchsmethoden, welche solch große Ergebnisse erreichen ließen, gehen zurück auf den Vorschlag *M. v. Laues*, zur Beugung der Röntgenstrahlen die der Feinheit letzterer angepaßten Raumgitter der Kristalle zu benutzen. Die Ausführung dieses Vorschlages durch *Friedrich* und *Knipping* erfüllte *Laues* Erwartung in glänzendster Weise. Man erhielt auf photographischen Platten Sinnbilder des Feinbaues der kristallinen Materie von der allgemeinen Art, wie es das Schema Fig. 1 vorstellt¹⁾.

Ein äußerst nützliches Moment wurde in der Deutung und Nutzbarmachung des Röntgeneffektes an Kristallen durch die Überlegungen von *W. H.* und *W. L. Bragg* hineingetragen: alle die Sekundärstrahlen, die mit dem Primärstrahl das Muster eines Lauediagramms geben, lassen sich als Reflexionen an inneren Strukturebenen des Kristalls auffassen, wobei die einfache Beziehung $n\lambda = 2d \sin \alpha$ ausschlaggebend ist²⁾. Durch Erforschung der Größe d nach verschiedenen Richtungen im Kristall und einschlägige Überlegungen über die Beeinflussung der Re-

¹⁾ Hinsichtlich der näheren Deutung der Erscheinung vergleiche die Veröffentlichungen von *Sommerfeld* und dem Verfasser in dieser Wochenschrift 1916, Heft 1 und 2 bzw. Heft 17 und 18.

²⁾ Mit $n = 1, 2, 3, \dots$, λ = Wellenlänge des angewendeten Röntgenlichtes; d = Abstand der reflektierenden Strukturebenen und α = Spiegelungswinkel.

flexionen monochromatischen Röntgenlichtes kann man ein Bild vom Aufbau der betreffenden kristallinen Materie gewinnen. Schließlich ist von besonderem methodischen Interesse ein höchst eleganter Ausbau der röntgenogrammetrischen Untersuchung durch *P. Debye* und *P. Scherrer*. Sie benutzen nicht wie *M. v. Laue* und die *Braggs* orientierte Kristallplatten, sondern feinstes kristallines Pulver. In ihm liegen die Teilchen wirr. Von Strukturebenen reflektieren das primäre

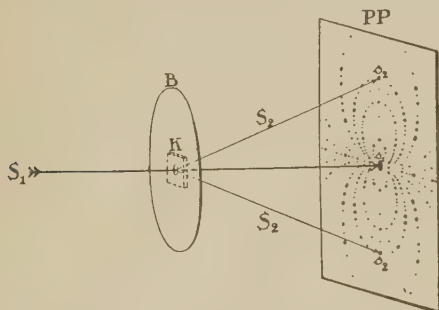


Fig. 1. Schema der Entstehung eines Lauediagramms. S_1 Primärstrahl, B Blende, K Kristall, S_2 Sekundärstrahlen (Beugungsstrahlen), PP photographische Platte mit den Durchstichen von S_1 in s_1 und S_2 in s_2 .

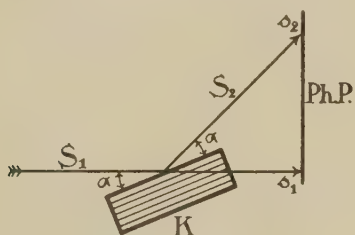


Fig. 2. Reflexion der Röntgenstrahlen an einem Kristall.

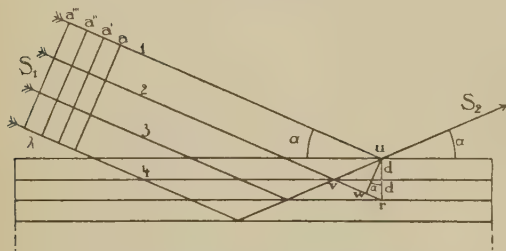


Fig. 3. Deutung der Reflexion von Röntgenstrahlen an Kristallen als Beugung.

monochromatische Röntgenlicht, das durch die Pulvermasse dringt, jeweils natürlich nur die mit schicklicher α -Lage; solche finden sich bei der gleichmäßig wirren Lagerung der pulverigen Kristallteile jeweils rundum, so daß also ein Reflexionskegel mit der Öffnung 2α und mit seiner Achse in Richtung des Primärstrahles die Folge ist. Entsprechend entstehen damit konaxiale Kegel für andere Winkel α . Eine senkrecht zum Primärstrahl gestellte photographische Platte würde das sekundäre Röntgenlicht also in konzentrischen Kreisen durchschneiden. Bei An-

wendung eines zylindrischen Films, in dessen Längsachse das Kristallpulver in Stäbchenform aufgestellt und quer dazu durchleuchtet wird, kommt es zu verwickelteren Schnitten. Fig. 5 führt das (auch an einem aufgerollten Film) vor.

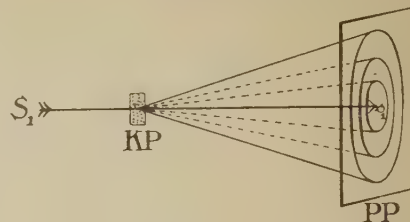


Fig. 4. Schema der Entstehung eines Debye-Scherrer-Diagramms.

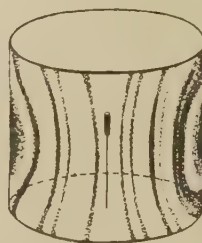


Fig. 5a. Aufnahme eines Debye-Scherrer-Diagramms.

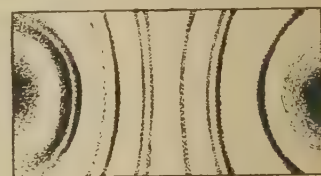


Fig. 5b. Aufgerollter Film mit Debye-Scherrer-Aufnahme.

2.

Von den großen stereochemischen Erfolgen, die insbesondere durch die Verfahren nach den *Braggs* erzielt wurden, sind in dieser Wochenschrift bereits einige Beispiele bekanntgegeben.

Nach den neueren Untersuchungen können nun aber Glieder einer vollständigen Reihe der Zustände aufgestellt werden, in der sich die Stoffe befinden, sei es als Gas, Flüssigkeit oder als Kristall.

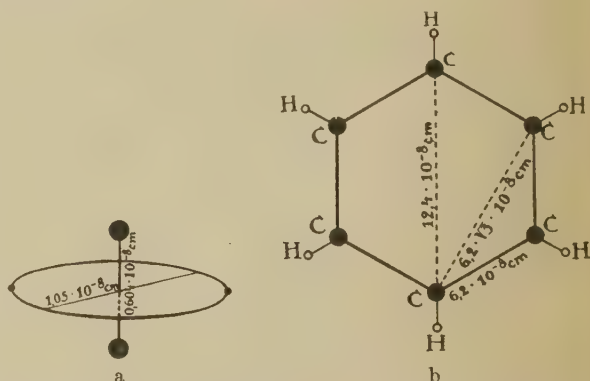


Fig. 6a. Wasserstoffmolekel nach *Debye* und *Scherrer*.

Fig. 6b. Benzolmolekel nach *Debye* und *Scherrer*.

Die mathematischen Erörterungen von *Debye* und *Scherrer* ließen auf ein Sinnbild der Wasserstoffgasmolekel entsprechend Fig. 6a schließen: Zwei Atomkerne sind $0,6 \cdot 10^{-8}$ cm voneinander entfernt; um ihre Achse bewegen sich in äquatorialem Kreise diametral zwei Elektronen im Ab-

stande $1,05 \cdot 10^{-8}$ cm mit einer linearen Geschwindigkeit von 2300 km/sec.

Für den Typus des flüssigen Zustandes liegt nach den Untersuchungen *Debyes* und *Scherrers* als auch zahlengemäß ergründetes Beispiel das Benzol vor. Sein Molekül ist in Fig. 6b dargestellt, aus der Anzahl, Abstände, Lagerung der Kohlenstoffatome (die Wasserstoffatome sind willkürlich eingefügt) zu ersehen sind. Alles zusammen erstaunliche Erfolge der neueren Röntgenogrammetrie.

Hinsichtlich der Kristalle seien hier einige Formelschemata wiederholt, die dem Leser dieser Wochenschrift bereits vorlagen, hier aber weiter verwertet werden sollen.

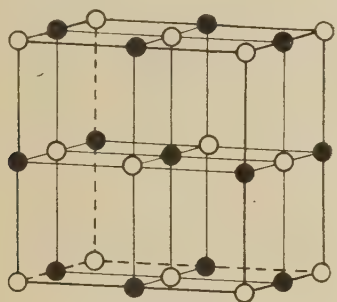


Fig. 7 a.

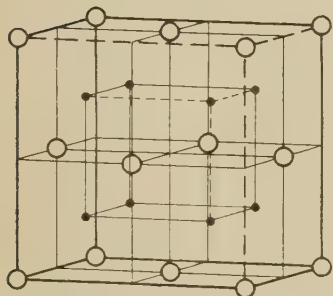


Fig. 7 b.

Fig. 7a und 7b. Kristallstruktur von Steinsalz (NaCl) und Flußspat (CaF_2) nach W. H. Bragg und W. L. Bragg.

In dieser Hinsicht erscheint es besonders wesentlich, die grundlegende Frage nach der *Raumeinheit der Stoffe* zu beantworten. Als solche ist bei den Gasen zweifelsfrei die Molekel gegeben. Sie tritt bei ihnen in großer Zahl, in gleicher Bauart sich chaotisch wiederholend, nebeneinander, also abzählbar auf. In weiten Abständen voneinander, bei ihrer Kleinheit aber doch in riesiger Zahl im cbcm vorhanden, verfolgen z. B. die H_2 -Molekel „nomadisierend“ geradlinige Bahnen, die zufolge des Abpralls der elastischen Teilchen voneinander und von der Gefäßwand in wirrer Zickzackform, mit gleichbleibender mittlerer Geschwindigkeit, durchlaufen werden. Als Ganzem kommt dem Gase Isotropie durch Mittelwerte zu. Verknüpfende Kräfte äußern sich nur innermolekular. Das Wasserstoffgas ist also zufolge seines Bestrebens

nach unendlich großer Dispersität seiner Molekeln ein für sich gestaltloses, einen jeden Raum erfüllendes Durcheinander sehr regelmäßiger Gebilde. Die Fortsetzung der geometrischen Periode seiner Partikel würde die chemische Natur des Stoffes ändern.

Diese Eigenschaften des Wasserstoffgases kommen — mutatis mutandis, also in ihrer allgemeinen Form —, wie bekannt, jedem Gase zu, und die Gleichmäßigkeit der Eigenschaften, wenigstens im normalen Zustande der Stoffe, ist es, die sich in für Gase durchweg gültigen Gesetzen (in der gleichmäßigen Volumbeeinflussung bei Temperaturwechsel und in der gleichen Anzahl von Molekeln in gleichen Räumen) äußert.

Auch bei *Flüssigkeiten* wird man sich die Molekeln abzählbar und in chaotischem Zusammensein nebeneinander für sich beweglich vorzustellen haben, wenn auch schon Kraftlinien sich von einer zur anderen Molekel schlingen und allerlei Nüancierungen in der Hinsicht vorkommen. Die größere Nähe der Teilchen bringt das schon mit sich¹⁾. Beträgt doch der Raum zwischen den einzelnen Benzolringen nach *Debye* und *Scherrer* nur etwa $1,19 \cdot 10^{-8}$ cm. Je nach der Natur des Stoffes verschieden werden sich zwischen den nahe bei einander liegenden Molekeln wechselseitig bindende Kraftlinien schlingen, den Zustand der Dinge je nach der Art des Falles verschieden beeinflussend, so daß die allgemeinen Gesetze, wie sie bei Gasen gelten, nicht mehr herrschen, es sei denn, daß große Verdünnung besteht. Die zwischenmolekularen Kräfte sind nicht stark genug, eine ständige volle Gleichrichtung der Molekel zuwege zu bringen; eine Fortführung des Baus der Molekel als Raumeinheit durch Wachstum findet nur in dem Sinne statt, daß die lockere Verschlingung der Molekeln von einer zur anderen räumlich beliebig weit ausgedehnt werden kann. Durch Mittelwerte ist das Ganze isotrop. Als ideale Raumbegrenzung kommt ihm Kugelform zu.

Die *kristalline Materie* wird durch Sinnbilder, wie sie in den Fig. 7a und b dargeboten sind, gekennzeichnet. Alle solche Schemata sind natürlich in der gleichen Periodizität der Atomanordnung unendlich oft zum sichtbaren Kristall fortgesetzt zu denken: in einem würfeligen Steinsalzkriställchen von 1 mm Dicke hat sich die in Fig. 7a gezeichnete räumliche Periode bereits 1,8-millionenmal in jeder Würfelkantenrichtung wiederholt. Die Frage nach der Molekel als individueller Einheit dahin zu beantworten, daß sie in diesen fundamentalen Raumteilen der beispielsweise gezeichneten Figuren vorlägen, würde verfehlt sein. Die Ausschnitte der Fig. 7a und b aus der Kristallmasse sind in der Molekel-

¹⁾ Ein ccm Luft enthält etwa $2,6 \cdot 10^{19}$ Molekel mit Abständen etwa 35-mal größer als ihr Durchmesser, ein ccm flüssiger Luft indes tausendmal mehr und dementsprechend mit Abständen von etwa dem dreifachen Molekeldurchmesser.

frage ganz belanglos; sie stellen keineswegs solche physikalisch-chemische Individuen dar, wie schon daraus ersichtlich ist, daß man z. B. beim Stoff der Fig. 8 ebensogut den Ausschnitt Fig. 8a, b oder andere mehr machen könnte, was dann Molekel ganz verschiedener Form im selben Stoff geben würde.

Damit soll indes nicht gesagt sein, daß der chemische Zusammenhang im kristallinen Zustande kennzeichnenderweise rein atomistisch sei. Wie schon W. H. und W. L. Bragg erkannten und besonders P. Niggli¹⁾ ausführlich erörterte,

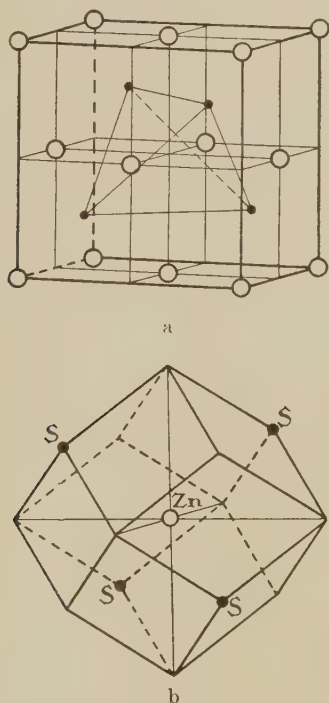


Fig. 8a und 8b. Kristallstrukturausschnitte von Zinkblende (ZnS).

heben sich geometrisch nicht selten „elementare Baugruppen“ (Niggli) heraus (Fig. 9), so Doppelatome S_2 beim Eisenkies, Tripelatome O_3 bei Kalkspat und Korund, eine Ionengruppe CO_3 beim Kalkspat (Johnsen); beim Korund kann man sogar molekelartige Atomkomplexe Al_2O_3 im Kristallbau geometrisch erkennen. In anderen Fällen tritt ein solcher Verband atomgeometrisch nicht heraus, so beim Steinsalz (Fig. 7a).

Diese Gliederung des Kristallgebäudes in Baugruppen muß sich natürlich auch physikalisch geltend machen. Gerade in der Hinsicht ist eine Äußerung von W. Nernst²⁾ bedeutsam. Er vertrat schon 1911 in Ansehung von Untersuchungen Rubens' über Reststrahlen auf Grund theoretischer Erwägungen die Meinung, es seien im festen Chlornatrium Na- und Cl-Ionen vorhanden und entsprechendes in ähnlichen Ver-

bindungen. Auch die Untersuchungen von A. Johnsen¹⁾ über die Zwillingsgleitung des Kalkspats sind hier von großem Interesse. Es wurde von ihm erwiesen, daß sich bei dieser Operation die gegenseitige Lage der Atome des Radikals CO_3 nicht zu ändern braucht, hingegen eine teilweise, vorübergehende Änderung sich vollziehen muß hinsichtlich der Lagerung von CO_3 zu Ca. Diese mechanische Sonderung der Kalkspatsubstanz $CaCO_3$ gerade in die Gruppen Ca und CO_3 veranlaßte Johnsen, sie als Ionengliederung zu bezeichnen.

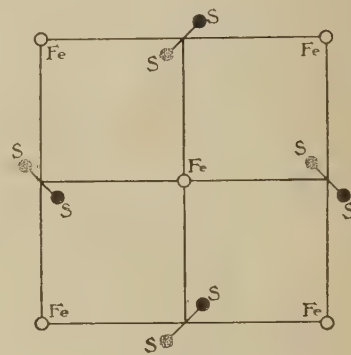


Fig. 9 a.



Fig. 9 b.

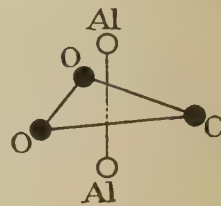


Fig. 9 c.

Fig. 9. Elementare Baugruppen von S_2 bei Eisenkies (FeS_2), CO_3 bei Kalkspat ($CaCO_3$), Al_2O_3 bei Korund (Al_2O_3).

Von hohem Werte in der Frage der Baugruppen-Aufteilung der Kristalle sind ferner die Untersuchungen von Cl. Schaefer und M. Schubert über die kurzwelligeren ultraroten Eigenfrequenzen der Sulfate und Karbonate, sowie über das entsprechende optische Verhalten des Kristallwassers²⁾. Es wurde durch Cl. Schaefer und M. Schubert an 34 Sulfaten erwiesen, daß sich in diesen Salzen SO_4 als Ion erweist, denn in allen wurden gleichmäßig bei 9 μ und bei etwa 16 μ Stellen ausgeprägter selektiver Reflexion gefunden und Gleichartiges bei 15 Karbonaten an den Stellen 6,5 μ , 11,5 μ und 14,5 μ als Kennzeichen für die Baugruppe CO_3 . Entsprechendes gilt für

¹⁾ P. Niggli, Die Struktur der Krystalle. Zeitschr. f. anorg. Chemie 1916, 94, 207.

²⁾ Diskussion. Zeitschr. f. Elektrochem. 17, 1911, 608.

¹⁾ A. Johnsen, Die Massengitter des Kalkspates. Phys. Zeitschr. 1914, 15, 712.

²⁾ Annalen d. Phys. IV, 50, 283 und 339, 1916.

das Kristallwasser, das sicherlich regelrecht in das Punktsystem eingeordnet ist.

Im Hinblick auf all diese Erfahrungen ergibt sich (unter vorläufigem Verzicht auf die Würdigung der Elektronen als Teilen des Baus) folgendes geometrische Bild:

Ein Kristall kann aus gleichförmig periodisch geordneten Atomen bestehen; in anderen Fällen heben sich aus ihnen periodisch Knäuel heraus; schließlich kann es zu einer Aufteilung der ganzen Kristallmasse in solche chemisch molekelartige kristallographische Atomkomplexe kommen.

Die Lagerung der Atome im Kristall nach Abstand, Raumkoordinaten und Symmetrie zeigt, daß er in *mathematischer* Vorstellung aus Atomraumgittern aufgebaut gedacht werden kann. Es läßt sich aber schon nach obigem nicht verkennen, daß auch engere Zusammenhänge zwischen den mathematisch selbständigen Partikeln bestehen können. Die Auffassung von *P. v. Groth*, der den chemischen Molekelbegriff bei kristallinen

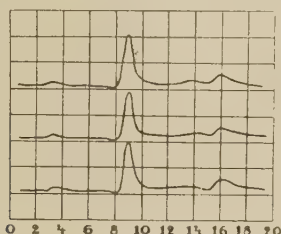


Fig. 10. Übereinstimmende Reflexmaxima bei den wasserhaltigen Sulfaten von Magnesium-Kalium, Kobalt-Kalium, Zink-Kalium nach *Cl. Schaefer* und *M. Schubert*. Die Zahlen geben Wellenlängen in μ an.

Stoffen durchaus verwirft und die Kristalle rein atomistisch gliedert, sowie die gegensätzliche Bravais'sche Meinung, nach welcher jeder Kristall aus Molekeln aufgebaut ist, sind also zwei Gegensätze, die durch unsere Ansicht von der mehr oder minder entwickelten geometrischen Komplexaufteilung des Kristalls verbunden werden.

Noch mehr verwirrt sich aber dieser Gegensatz, wenn man, über die immerhin noch grobe obige Schilderung der allgemeinen Kristallstruktur hinausgehend, die zweifellos bedeutsame Rolle der Elektronen im Kristallbau in Rechnung zieht. Erst dann können sich die feineren Züge der Organisation zeigen. Vorderhand mangelt es in der Hinsicht noch an der sicheren experimentellen Unterlage. Bedeutsame theoretische Hinweise liegen aber bereits vor, so außer den Darlegungen von *J. Stark* und *Crehore* in einer Übersicht durch *W. Kossel* (Über Molekülbildung als Frage des Atombaus. *Ann. d. Phys.* 49, 1916, 229), aus denen anschaulich die Bedeutung der Elektronenringe als Moment für das Zusammenhalten der Atome zu Ionen oder zu Molekeln erhellt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß bei der Anwendung der Elektronentheorie auf die Kristalle die Selbständigkeit der Atome als Bauelemente noch öfter,

als durch die Baugruppenbetrachtung bereits geschehen ist, eingeschränkt wird, insofern auch hier Elektronenringe Ionen oder Molekel gruppieren.

Der gesetzmäßige Wechsel von Eigenschaften der Kristalle mit der Richtung, also ihre Anisotropie (im allgemeinen Sinne) ist durch den Raumgitterbau bereits begründet.

Wie bei den Gasen und Flüssigkeiten gehört zur vollständigen allgemeinen Kennzeichnung des kristallinen Zustandes nun noch die Erörterung zweier Umstände: die *Bewegungsfreiheiten* im Kristall und das *physiologische Moment des Wachstums*. Die bei den Gasen so eminente molekular-individuelle fortschreitende Bewegung gleichwie die innermolekulare Rotations- und Schwingungsfreiheit, von denen besonders erstere bei den Flüssigkeiten starke Reduktionen erfährt, sind bei den kristallinen Körpern noch weiter verringert, und zwar die fortschreitende Bewegung im allgemeinen auf Null. Dann fällt, ganz im Sinne *Starks*, der Begriff des physikalischen Moleküls als eines Massenteilchens mit solcher Freiheit fort. Wie nun aber die Diffusion bei Flüssigkeiten bekundet, daß bei ihnen, wenn auch gegenüber den Gasen stark vermindert, noch fortschreitende Bewegung besteht, so erweist das gelegentlich bei Kristallen experimentell deutlich festzustellende Diffusionsvermögen, daß die Möglichkeit einer solchen Bewegung im kristallinen Zustande nicht völlig erloschen ist. Bekannt sind in der Hinsicht die ausgleichenden Wanderungen von Gold- und Silberteilchen in zonar ungleich zusammengesetzten isomorphen Mischkristallen dieser Stoffe. Sehr beachtenswerte Bewegungen auf makroskopische Entfernungen stellen auch die Entmischungen im festen Zustande etwa von Martensit in Zementit und Ferrit des technischen Eisens, von Kalinatronfeldspat in fast reine Komponenten, die Bildung zahlreicher fester Kriställchen eines Sulfats im festen Syngenit beim Erwärmen u. a. dar, und nicht zum wenigsten von Interesse sind hinsichtlich der Beweglichkeit der Partikel im kristallinen Zustande der Materie Erscheinungen der Sammelkristallisation, etwa bei Metallen und selbst bei Kalkspat¹⁾. Ein starkes Erhitzen von Eisen z. B. macht es durch Parallelstellung der Partikel in wenigen Minuten höchst grobkörnig, und in derselben geringen Zeit kann man den ungem. dichten Solenhofener Kalkstein im mikroskopischen Sinne marmorisieren, ein Vorgang, der sich entsprechend in besonderer Schönheit und Grobkörnigkeit ja bei der natürlichen Kontaktmetamorphose vollzogen hat.

Ein Wachstumsvorgang im Sinne beliebiger Fortsetzung der etwaigen Periode der Atomordnung im Molekül ohne Änderung der chemischen Natur des Stoffes ist stets aus-

¹⁾ *F. Rinne* und *H. E. Boeke*, Über Thermometamorphose und Sammelkristallisation. *Tscherm. Min. und petr. Mitt.* 27, 393, 1908.

geschlossen. Gasmoleküle sind ganz selbständig. Bei Flüssigkeiten sind die Molekel durch lose Verknüpfungen ohne Parallelismus zu erreichen miteinander in losem Zusammenhange, der sich bei Substanzzufuhr beliebig weit fortsetzen kann. Bei Kristallen besteht der Wachstumsvorgang in der beliebig weiten, regelmäßig allseitigen Fortführung der Periodizität, zu welcher die geometrischen Baugruppen, seien es im chemischen Sinne Atome, Ionen oder molekelartige Knäuel, vereinigt sind. So ergibt sich also als *Charakterzug der kristallinen Materie die dreidimensional periodische und damit geradlinige Anordnung gleicher Partikel, verbunden mit der Fähigkeit beliebig ausgedehnter Weiterführung des Baus in der nämlichen geometrischen Periodizität durch den Wachstumsvorgang ohne Änderung der chemischen Natur des Stoffes.*

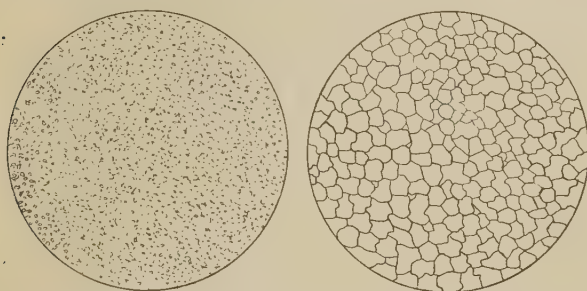


Fig. 11. Künstliche Marmorisierung von Solenhofener Kalkstein durch Sammelkristallisation beim Erhitzen.

3.

Es liegt nahe, als ausschlaggebender Faktor für die Aggregation der Teilchen zum Kristallgebäude folgenden Umstand anzunehmen: Die fortschreitende expansive Molekelbewegung wird beim Kristallisieren auf ein geringes Maß herabgedrückt, weil zufolge der Annäherung der Molekel auf Abstände, die in ihrer Größenordnung den Atomdistanzen entsprechen, bislang innere Molekelkräfte gegenseitig die individuellen Einheiten festhalten. Die früher nomadisierenden oder die doch noch nicht voll heimatberechtigten Molekel gasiger oder flüssiger Stoffe (auch flüssiger Kristalle) werden sich unter mehr oder minder starker innermolekularer Änderung und Stabilisierung gruppieren, so daß die Atome in einer dreidimensional und damit geradlinigen Periodizität lokalisiert werden, die beliebig weit ohne Änderung der chemischen Natur des Stoffes fortgesetzt werden kann. (Bei Kristallen, die sich unter Ausdehnung bilden, dürften besondere Umstände, etwa eine Wiederaufspaltung der polymerisierten Molekel statthaben.) Die Atomgruppierungen der früher abzählbar getrennten Raumeinheiten verschränken sich miteinander. In formell mathematischem Sinne geschieht die Neuordnung nach Atomraumgittern; es handelt sich bei diesen dreidimensional periodischen Reihungen aber um Bauten, bei denen schon geometrisch die Verknüpfung zu höheren Einheiten vorkommt.

Als solche heben sich, in verhältnismäßig noch grobem Sinne, komplexe Baugruppen heraus; sie dürften auch unter den strukturell selbständig erscheinenden Atomen als durch Elektronenringe bewirkte Verbände vorhanden sein.

Für die von P. v. Groth (trotz seiner Auffassung atomistischer Bauart der Kristalle) angenommene Verwendung innermolekularer Bindungen im Kristallgefüge sprechen mancherlei Umstände, so, wie der Genannte betonte, die Verhältnisse des Isomorphismus und der Morphotropie (denen ja das Bestehen von Gruppen wie SO_4 , CO_3 oder von Komplexen wie CH_3 , NO_2 usw. im amorphen und kristallinen Zustande inneohnt), ferner der Umstand übereinstimmender Rhythmen in der chemischen Formel und in der Kristallgestalt (wie z. B. bei dem chemisch und kristallographisch dreizähligen Al_2O_3) und die korrespondierende Enantiomorphie im flüssigen und kristallinen Material. Nicht minder spricht dafür der Umstand, daß im amorphen Zustande der Dinge gewisse Atomgruppierungen vorkommen, die nach den röntgenogrammetrischen Untersuchungen in Teilen von Punktsystemen ihr Analogon haben; so wird z. B. NaCl elektrolitisch aus Na- und Cl-Ionen und in der Kristallarchitektur aus Na- und Cl-Baugruppen aufgebaut¹⁾, und CaCO_3 ist im Kalkspat und in verdünnter Lösung in Ca- und CO_3 -Gruppierung vorhanden. Wie denn auch A. Werners²⁾ Untersuchungen über die Konstitution und Konstellation amorpher komplexer anorganischer Stoffe ihn zu Strukturbildern führten, die dem Kristallgefüge sehr nahe stehen¹⁾. Schließlich muß als allgemeiner Grund für die Aufnahme chemisch wichtiger Bindungen aus dem Amorphen ins Kristalline gelten, daß ohne solche entsprechende stereochemische Verknüpfungen die chemische Verwandtschaft amorpher und kristalliner Stoffe nicht verständlich sein würde.

Von höchstem Interesse sind in den in Rede stehenden allgemein wichtigen Fragen die „flüssigen Kristalle“. Sie vermitteln nach meinem Dafürhalten zwischen den gewöhnlichen Flüssigkeiten und den wahren Kristallen und sind gerade durch diese Zwischenstellung von ungemein hohem Interesse. Die unermüdlich durchgeführten, erfolgreichen einschlägigen physikalischen Arbeiten O. Lehmanns im Verein mit den chemischen Bemühungen insbesondere Vorländerns haben den Tatsachenbestand in reichstem Maße ausgebreitet. Er hat letzthin durch W. Voigt eine ausgezeichnete Sichtung erfahren³⁾. Die von ihm als Hauptmoment herausgehobene Auffassung, es liege in den flüssigen Kristallen eine Aggregation von Molekülen vor, die innerhalb gewisser Bezirke aufeinander richtend wirken, stimmt mit

¹⁾ J. Stark, Atomdynamik 1915.

²⁾ A. Werner, Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, 3. Aufl. 1913.

³⁾ W. Voigt, Flüssige Kristalle und anisotrope Flüssigkeiten. Phys. Zeitschr. 17, 76, 1916.

der Meinung des Verfassers überein. Was äußere Kräfte bei gewöhnlichen Flüssigkeiten zuweilen bewirken, die Parallelisierung von Hauptmolekelachsen (etwa beim Nitrobenzol durch magnetische Wirkung), geschieht bei ihnen durch eigene Kraftlinien, die von Molekel zu Molekel verlaufen. Die Isotropie durch Mittelwerte hört dann auf. Förderlich für solche Annäherungen an den Kristallbau ist, wie schon öfter hervorgehoben wurde, die nach *Vorländer* möglichst langgestreckte Struktur der Moleküle. Solche fadenförmige Art wird es eben ermöglichen, daß sich die Raumeinheiten flüssiger Kristalle auf lange Erstreckung ihrer Molekelgestalt sehr nahe kommen; die Parallelrichtung wird dadurch begünstigt. Die innere Beweglichkeit der Molekel dürfte noch sehr rege sein, so daß also z. B. auch bei parallelen Längsrichtungen korrespondierende Atomteln nicht starr und regelmäßig zueinander

sammensetzung; es geht ihnen also die Raumgitternatur ab.

4.

Übergänge gehören zum allgemeinen Wesen der Materie; ihre Zustandstypen lassen sich scharf unterscheiden und definieren. Die Ausbreitung der Tatsachenfülle und annehmbar erscheinender



Fig. 13 a.

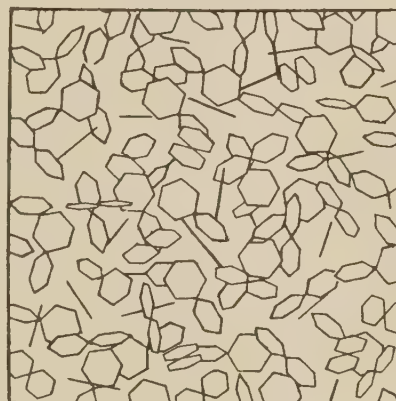


Fig. 13 b.

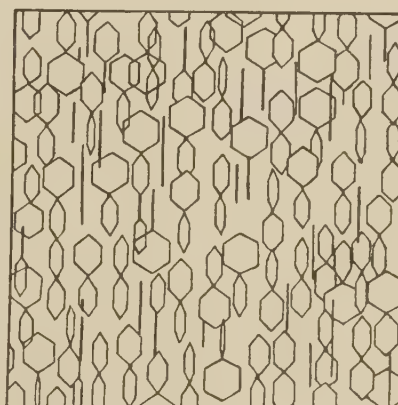


Fig. 13 c.

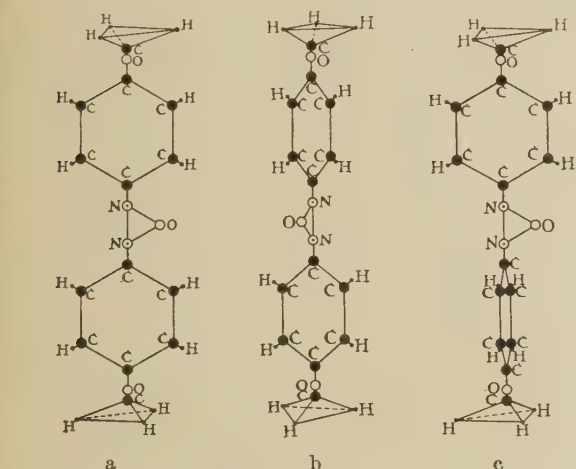


Fig. 12. Schema der Aggregation von Molekeln zu flüssigen Kristallen (Fast-Kristallen).

orientiert sind (wie bei wahren Kristallen), sondern unabhängig voneinander sich in Drehbewegung um die Molekellängsachse befinden können¹⁾. In Fig. 12 gebe ich ein Sinnbild dafür. In ihm wären die drei dargestellten Molekel in beliebiger Höhe, also aneinander längs verschoben und von anderen Molekülen entsprechend umgeben zu denken. Ein Aggregat solcher längsparallel gerichteter, aber noch gleitend und in ihren Teilen beweglicher Molekeln kommt zwar in der Optik einem einachsigen Kristall nahe, hat aber noch nicht alle Eigenschaften eines wahren Kristalls. Es fehlt ihm die Kombination der Qualitäten, die für den wahren Kristall charakteristisch sind: die dreidimensional periodische und damit geradlinige Anordnung seiner Atome und die Möglichkeit beliebig weiter Fortsetzung seiner geometrischen Periode ohne Änderung der chemischen Zu-

¹⁾ Eine Annahme, die vielleicht auf eine Erklärung der sehr starken Zirkularpolarisation flüssiger Kristalle führt.

Fälle zeigt aber, daß Vermittelungsglieder von einem zum anderen leiten. Gase und Flüssigkeiten gehen bei geeigneten äußeren Umständen ineinander über und zwischen den normalen Flüssigkeiten und wahren Kristallen stehen die flüssigen Kristalle, deren Wesen alle Übergänge

nach der einen und anderen Seite möglich erscheinen läßt.

Es handelt sich beim Durchlauf der Ordnungsstufen dieser Serie von Zuständen gewissermaßen um eine Metamorphose der Materie in der Aneinanderreihung Gas — Flüssigkeit — flüssiger Fastkristall — Kristall, eine Metamorphose, die am Stoff vor- und rückläufig und dazu beliebig oft ausgeführt werden kann. Ein Schema solcher Zustandsänderungen möge in Fig. 13a—d dargeboten werden. Es sind in ihr auch im Kristall Fig. 13d chemische Molekeln durch atomverknüpfende Striche umgrenzt; dabei ist jedoch die Raumgitterstruktur gewissermaßen als eine Überprägung des Molekelaggregates hinzuzudenken.

Im übrigen ist wahrscheinlich, daß beim Wachsen eines jeden Kristalls die *Oberflächenschichten* jeweils eine *unvollkommen geordnete Übergangszone* zum streng geordneten Raumgitterbau des

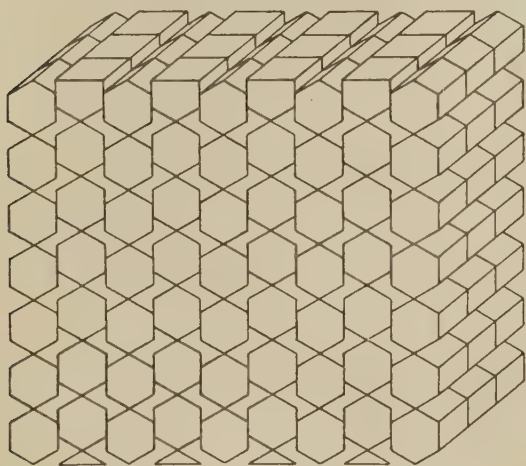


Fig. 13 d.

Fig. 13a—13d. Schema des Zustandes von Gasen, Flüssigkeiten, Fastkristallen und Kristallen.

unter ihr konsolidierten Kristallkörpers vorstellen. Man gelangt zu dieser Annahme in Ansehung des Umstandes, daß ein fundamentaler Raumteil, wie er für verschiedene Stoffe in den Fig. 7 und 8 dargestellt ist, im numerischen Verhältnis seiner Atome der chemischen Formel nicht entspricht. So hätte ersichtlich ein Flußspatwürfelchen der Fig. 7b (mit einer Kantenlänge von $5,44 \cdot 10^{-8}$ cm), wenn es für sich existieren könnte, ein Verhältnis von Ca : F wie 14 : 8 statt von 14 : 28 entsprechend der Formel CaF_2 . Bei einem Würfel von $5,44 \cdot 10^{-7}$ cm wäre dieses Verhältnis 36,51 : 63,49 statt 33,33 : 66,99 und erst allmählich würde beim Wachsen des Kristalls in immer größerer Annäherung das ideale Verhältnis 1 : 2 erreicht. Diese Abhängigkeit der Zusammensetzung von der Größe des Kristalls¹⁾, die gegen das Gesetz der einfachen multiplen

Proportionen sich wenden würde, erscheint unmöglich. Hiernach muß angenommen werden, daß die *Grenzfläche des Kristalls gegen das umgebende Medium in atomistischen Dimensionen den Raumgitterforderungen nicht genügt*. Man wird von außen nach innen fortschreitend von kristallographisch nicht geordneten zu Schichten gelangen, die in kontinuierlichem Übergange die kristalline Raumgitterordnung erreichen. Erst durch diese vermittelnde Oberflächenzone wird der Chemismus des wachsenden Kristalls von dessen Größe unabhängig.

Diese Eigenart der Oberfläche ist zugleich die *Triebfeder für das Wachstum der Kristalle*, die ständig wirkt, da sich ja durch Ablagerung neuer Substanz auf der alten die Oberflächenschicht mit ihrer Besonderheit stets wieder erneuert. Bereits K. Fajans und F. Richter¹⁾ sowie F. Paneth²⁾ haben die Kristalloberfläche, auf der nach Habers³⁾ und ihren Erörterungen ein Teil der Valenzen gewissermaßen frei in den Raum ragt, mit dem Kristallwachstum in Beziehung gebracht.

So erscheint denn im Überblick des Ganzen eine stetige Reihe der Materie; sie spannt sich von dem gasigen Zustande der Dinge mit seiner Wirrnis der Aggregation voneinander unabhängiger chemischer Teilchen zu den Flüssigkeiten, Fastkristallen und wahren Kristallen als dem in strengster geometrischer Architektur gehaltenen Endgliede.

Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Leipzig, 30. November 1916.

Die Messung der Plasmaviskosität lebender Pflanzenzellen.

Von Dr. Friedl Weber, Graz.

Die Pflanzen reagieren auf Veränderungen bestimmter Faktoren der Umwelt, so z. B. auf Richtungsänderungen des Lichtes oder der Schwerkraft durch heliotropische bzw. geotropische Krümmungen. Diese makroskopisch sichtbaren *Reizreaktionen* stellen aber naturgemäß keineswegs die primäre Wirkung dieser Reize auf den Organismus dar, vielmehr ist wohl von vornherein die Annahme berechtigt, daß infolge des Reizes im *Protoplasma* der lebenden Zellen *primäre Zustandsänderungen* vor sich gehen, die wenigstens zeitlich als Vorläufer der Reizreaktionen aufzufassen sind. Ein Einblick in diese Zustandsänderungen der lebenden Substanz ist naturgemäß nicht leicht zu gewinnen.

Bedenkt man, daß alle Lebenserscheinungen sich in einem kolloiden System abspielen, daß im

¹⁾ K. Fajans und F. Richter, Das Verhalten der Radioelemente bei Fällungsreaktionen. II. Ber. chem. Ges. 700, 1915.

²⁾ F. Paneth, Über Adsorbierung und Fällung der Radioelemente. Phys. Zeitschr. 15, 924, 1914.

³⁾ F. Haber, Diskussion. Zeitschrift f. Elektrochemie 20, 521, 1914.

¹⁾ Die entsprechenden eigenartigen Umstände beim Spalten und Pulverisieren von Kristallen in sehr kleine Teile seien hier nur angedeutet.

Protoplasma die kolloiden Anteile, wie Eiweißkörper, Fermente, Lipide usw. die entscheidende Rolle spielen, daß die wichtigsten Reaktionen, die im Plasma vor sich gehen, Kolloidreaktionen darstellen, so liegt es nahe, zur Erforschung der Zustandsänderungen des Protoplasmas die Methoden der Kolloidchemie anzuwenden.

Unter diesen Methoden steht die *Viskosimetrie*, die Messung der Zähigkeit oder inneren Reibung der Kolloide an erster Stelle. Wo. Ostwald (1913 und 1915) sagt diesbezüglich: „Die Messung der Viskosität ist ein hervorragendes, methodisches Prinzip zur Erforschung der Eigenschaften des kolloiden Zustandes, insbesondere aber für das Studium jener Vorgänge in kolloiden Systemen, die man als Zustandsänderungen zu bezeichnen pflegt.... Es wird ganz allgemein zu Indikatorzwecken diejenige Eigenschaft eines Kolloids am besten passen, welche einerseits möglichst starke Variationen bei schon geringfügigen Änderungen des kolloiden Zustandes zeigt und welche andererseits eine quantitative Messung, tunlichst noch bei nicht allzu komplizierter Methodik erlaubt.... Ferner müssen diese Meßmethoden es gestatten, den Verlauf einer Zustandsänderung an ein und demselben System zu charakterisieren, ohne daß dabei das Kolloid zerstört wird.... Diese Forderungen werden nun in hervorragendem Maße gerade von der Viskosität als Indikatoreigenschaft erfüllt.“

Die Messung der Viskosität in Molekulardispersoiden und kolloiden Lösungen kann relativ leicht auf zweierlei Weise erfolgen. Auf dem Prinzip der *Auslaufmethode* beruht das Viskosimeter Wilh. Ostwalds „ein U-förmiges Röhrchen, in welchem die Durchlaufzeit eines konstanten Flüssigkeitsvolumens durch eine Kapillare mit der Stechuhr gemessen wird. Proportional der Durchlaufzeit und der Dichte der Flüssigkeit ergibt sich die sog. relative Viskosität“. (Wo. Ostwald 1912.) Mit dieser Auslaufmethode brauchen wir uns hier nicht zu beschäftigen, da ihre Anwendung bei den von Zellwänden umschlossenen pflanzlichen Protoplasten nicht möglich ist. — Ein dem anderen Prinzip, der *Fallmethode*, angepaßtes Viskosimeter läßt sich in folgender einfacher Weise herstellen: Man füllt einen Glaszylinder mit der Lösung, deren Zähigkeit ermittelt werden soll, bringt daran in bestimmtem Abstände zwei Marken an und läßt eine Glaskugel durch die Flüssigkeit von einer Marke zur anderen sinken (bei Wiederholung des Versuches — nach Drehung des Apparates um 180°). Die Zeit, die zum Durchfallen dieses Wegstrecke verbraucht wird, verglichen mit der Zeit, welche die Kugel braucht, um die gleiche Strecke in Wasser zu durchfallen, gibt ein relatives Maß der Viskosität.

Nach dieser Fallmethode kann auch die Viskosität des lebenden Plasmas gemessen werden. Haberlandt und Némec haben nachgewiesen, daß sich in vielen Pflanzen in den sog. Statolithenzellen bewegliche Stärkekörner vorfinden, die der

Schwerkraft folgend stets der unteren Zellwand angelagert erscheinen. A. Heilbronn hat nun vor kurzem geeignetes Versuchsmaterial (insbesondere Stengelzellen von *Phaseolus multiflorus* und *Vicia faba*) ausfindig gemacht, bei welchem sich (an mikroskopischen Schnitten) in lebenden Zellen das Sinken dieser Stärkekörner beobachten läßt. Diese Methode Heilbronn's ist vollkommen der Fallmethode zu vergleichen. Wir erkennen leicht das lebende Viskosimeter: Die Wände der Zelle entsprechen dem Glaszylinder, der Plasmakörper ist die „Flüssigkeit“, deren Viskosität gemessen werden soll, und das einzelne Stärkekorn stellt die spezifisch schwerere Glaskugel dar.

Beobachtet wird die Sinkbewegung der Statolithenstärke im horizontal umgelegten Mikroskop. Durch Verwendung eines drehbaren Objektisches oder durch Befestigung des ganzen Mikroskopes an einer kräftigen Drehscheibe kann der auf einem gewöhnlichen Objektträger in Wasser liegende Pflanzenschnitt am Mikroskoptisch beliebig oft um 180° gedreht und so wiederholt das Sinken (im mikroskopischen Bilde: das Aufsteigen) der Stärke gemessen werden. Man mißt entweder die Fallzeit für den ganzen Weg von der oberen bis zur unteren Zellwand oder besser nur für eine kürzere möglichst in der Mitte der Zelle gelegene Strecke, die durch Teilstriche eines Okularmikrometers begrenzt wird. Heilbronn berechnet auf diese Weise die Viskosität des Plasmas in den Stärkescheidzellen von *Vicia faba* mit 23,7 bezogen auf destilliertes Wasser von 18° C.

Auf Grund dieser Methode zur Viskositätsbestimmung des Plasmas lebender Pflanzenzellen konnte man daran gehen, die Gesetze der Viskositätsänderungen des lebenden Biokolloidkomplexes unter dem Einfluß äußerer Faktoren zu studieren. Heilbronn selbst hat Beobachtungen gemacht über weitgehende Viskositätszunahme, die das Plasma in einen Zustand physikalischer Starre versetzt, und zwar spricht Heilbronn dann von *Plasmastarre*, „wenn die Viskosität transitorisch den Grad erreicht hat, der nötig ist, um den Fall beweglicher Stärkekörner zu hemmen“. Derartige Plasmastarre tritt ein vor allem als eine Art Wundchokwirkung bei der Anfertigung der mikroskopischen Schnitte; diese Viskositätssteigerung geht aber in den unversehrten Zellen im Verlaufe von etwa 10 Minuten wieder zurück. Eine ebensolche reversible Starre des Plasmas wurde von Heilbronn erzielt durch 15 Minuten oder länger dauernde Einwirkung von Temperaturen von 40° bis 50° auf Keimlinge von *Avena sativa*. Auch unter dem Einfluß von Narkoticiis tritt nach Heilbronn Plasmastarre ein und zwar wenn die Schnitte in 10 bis 20 % Ätherwasser gelegt werden, während Ätherwasser geringerer Konzentration die Viskosität herabzusetzen vermag.

Man hat schon lange von „Starrezuständen“ der Pflanze gesprochen, wenn unter dem Einfluß

äußerer Faktoren gewisse Lebensvorgänge und insbesondere die Reaktionsfähigkeit auf äußere Reize vorübergehend gehemmt erscheinen. *Heilbronn* hebt nun mit Recht hervor, daß — wenigstens was die Narkose- und Wärmestarre betrifft — seine Untersuchungen den Nachweis erbracht haben: Die genannten Faktoren rufen nicht nur hinsichtlich der makroskopischen Lebenserscheinungen einen Starrezustand hervor, sondern auch eine bisher nicht bekannte physikalische Starre des Plasmas. Von der Perzeptions- und Reaktionsfähigkeit der Pflanze insbesondere auf *geotropische* Reize nimmt *Heilbronn* an, daß sie verloren geht, wenn die Zähigkeit des Protoplasmas den von ihm als „Starre“ charakterisierten Grad erreicht. Auch die Beziehungen der Hemmung der Protoplasmaströmung bei Erstickungs-, Wärme-, Kälte-, Narkosestarre zum Viskositätsgrad des Plasmas verdienen eingehendes Studium. (Vergl. *Ewart*, 1903.)

K. Linsbauer hat bereits 1910 darauf hingewiesen, die erste Zustandsänderung infolge der Reizwirkungen könne möglicherweise physikalischer Natur sein und ferner darauf, daß es von großem Interesse wäre, mit Hilfe der Methode *Heilbronns* nach den primären Reizeffekten im lebenden Plasma zu forschen. Auf seine Anregung haben *G. und F. Weber* am pflanzenphysiologischen Institute der Universität Graz die Wirkung der *Schwerkraft auf die Plasmaviskosität* eingehend untersucht. Es sollte ermittelt werden, ob auf Lageveränderungen der Zellen hin, also als Reizeffekt der Schwerkraftwirkung eine Veränderung der Plasmaviskosität erfolgt und in welchem Sinne.

Das uns hier interessierende Hauptergebnis dieser Arbeit läßt sich so formulieren: Jede Veränderung einer gewöhnten Lage ruft in den Zellen der Stärkescheide von *Phaseolus multiflorus* eine Reizwirkung hervor, nämlich Abnahme der Viskosität des Plasmas. Dieser Reizeffekt wird geoviskosischer genannt. In der geotropischen Reizlage, z. B. in horizontaler Lage, äußert er sich auf den antagonistischen Flanken in gleichem Sinne, aber ungleich groß. Die Abnahme der Plasmazähigkeit ist unterseits größer als oberseits.

Auf die weiteren Ergebnisse der genannten Arbeit, die für die Analyse des geotropischen Reizvorganges von Interesse sind, soll hier nicht eingegangen werden. Hier interessiert hauptsächlich die Tatsache, daß sich auch für die Biokolloide die Viskositätsmessung als Forschungsmethode bewährt, wenn es sich um die Erforschung von Zustandsänderungen handelt, die derzeit mit keiner anderen Methode im Plasma lebender Zellen nachzuweisen sind. Wie in leblosen Kolloiden, so zeigt auch im Plasma die Viskosität relativ starke Variationen, und zwar bei Änderungen seines Zustandes, die wohl nur geringfügig sein können; diese Variationen lassen sich verhältnismäßig genau und leicht messen,

ohne daß das Plasma dabei zerstört, getötet zu werden braucht.

Aus der Physik der Kolloide ist bekannt, welchen enormen Einfluß äußere Faktoren auf die Zähigkeit kolloider Lösungen nehmen. Eine Untersuchung des Temperatureinflusses auf die Plasmaviskosität ist derzeit an dem Grazer Institut im Gange. Aber auch Eingriffe, die, wie man meinen sollte, weniger tief gehen, verändern die Viskosität der Kolloide: so genügt einfaches *Schütteln*, um die Viskosität mancher Emulsoide herabzusetzen; damit stimmt gut überein die Feststellung von *G. und F. Weber* (1916), daß durch „Schütteln“ mit einem geeigneten Apparate im Zellplasma von *Phaseolus*stengeln ebenfalls Viskositätsänderungen erzielt werden konnten. — Wie die Kolloidchemie lehrt, genügt der *Zeitfaktor* allein, um die Zähigkeit eines Kolloids zu ändern; speziell „verändern typische Emulsoide ihre innere Reibung häufig schon nach Minuten“ (*Wo. Ostwald* 1912) und zwar wächst die Viskosität emulsoider Lösungen in der Regel spontan mit der Zeit. Wenn *G. und F. Weber* auf Grund ihrer Beobachtung, daß jede Lage zu einer geoviskosischen Ruhelage werden kann, annehmen: „erfolgt eine bestimmte Zeit hindurch keine Lageveränderung (keine Reizung), so strebt das Plasma autonom einem spezifischen für die betreffende Zelle normalen Viskositätsgrad zu“, so kann bei dieser autonomen Regulation des Viskositätsgrades die allgemein erkannte „zeitliche Unbeständigkeit“ der Viskositätswerte kolloider Lösungen eine Rolle spielen.

Natürlich beeinflussen *Zusätze aller Art*, sowohl von Nichtelektrolyten als auch von Elektrolyten die Viskosität der Kolloide; es sei nur hingewiesen auf die Arbeiten *Wo. Paulis* und seiner Schule über die Kolloidchemie der Eiweißkörper. (Literatur bei *Wo. Ostwald* 1912.) Nach *Pauli* erweist sich beim Eiweiß in vitro die innere Reibung als wesentlich abhängig von Säuren und Basen. „Die durch künstlichen Säure- oder Alkalizusatz zu Eiweißkolloiden erreichbare Ionisation läßt einen bedeutenden Zusammenhang erkennen mit den graduellen Variationen im flüssigen Zustand des Mediums, also mit den verschiedenen Abstufungen der inneren Reibung oder Viskosität.“ (*Tschermak*, 1916.) Die Möglichkeit, analoge Studien am lebenden Plasma zu machen, eröffnet ein weites Arbeitsgebiet.

Vereinzelte Beobachtungen liegen in dieser Beziehung übrigens bereits vor. So hat *Szücs* (1913) nachgewiesen, daß Aluminiumionen eine *Erstarrung* des Protoplasmas pflanzlicher Zellen bewirken. Auch diese Erstarrung ist gewiß nichts anderes als eine hochgradige Viskositätszunahme. *Szücs* äußert sich über diesen Starrezustand in folgender Weise: „Im erstarrten Protoplasma können die einzelnen Teilchen keine Verschiebungen erleiden.... Die spiraligen Chloroplasten der Alge *Spirogyra* werden durch genügend große Zentrifugalkräfte in der Wirkungs-

richtung der Schwerkraft verlagert. Ist das Protoplasma erstarrt, so bleibt diese Umlagerung aus. Der erstarrte Protoplast leistet einen so großen mechanischen Widerstand gegen den sich umlagernden Chloroplasten, daß letzterer seinen ursprünglichen Ort nicht verlassen kann Wirkt dagegen das Aluminiumion längere Zeit auf die Zelle, so tritt eine Wiederauflockerung ein, die Chloroplasten werden beim Zentrifugieren hinausgeschleudert.... Die Aluminiumionwirkung durchläuft also zwei Phasen. Zuerst bewirkt sie die Erstarrung des Protoplasmas, nachher im Überschuß des aufgenommenen Aluminiumions tritt die Wiederauflockerung ein. Analoge Fälle sind in der Kolloidchemie — unter anderen — bei den Schwermetallfällungen des Eiweißes bekannt.“

Bedenkt man, daß die anderen Methoden der Kolloidchemie, die zur Erforschung kolloidaler Zustandsänderungen zu Gebote stehen, so die direkte Beobachtung durch das Ultramikroskop, die Ultrafiltration u. s. f., am lebenden Plasma nicht gut oder gar nicht anwendbar sind, so wird man die Methode *Heilbronns* um so freudiger begrüßen. Sie ist und damit die Messung der Plasmaviskosität lebender Zellen derzeit an das Vorhandensein spezifisch schwerer beweglicher Körper in diesen Zellen gebunden. Es müssen dies naturgemäß nicht immer Stärkekörner sein. Nach *Thum* (1904) ist z. B. die Lagerung des oxalsäuren Kalkes namentlich in der Form von Kristallsand, wohlausgebildeten, größeren Kristallen und Raphiden, von vielspießigen Drüsen vielfach von der Schwerkraft bedingt und ungemein leicht veränderlich. Liegen derartige oder andere Kristalle im Zellsafttraum, so läßt sich mit der Methode *Heilbronns* auch die Viskosität des Zellsaftes bestimmen, die nach Angaben *Heilbronns* keineswegs gleich der des Wassers ist. Das Studium der *Viskosität des Zellsaftes* würde gewiß auch zu beachtenswerten Ergebnissen führen.

Plasmaviskositätsmessungen in *statolithen* freien Zellen liegen bisher nicht vor; nach folgenden Überlegungen scheinen mir solche aber nicht unausführbar: Durch mehr oder minder starke Zentrifugalkräfte lassen sich bekanntlich verschiedene Zellbestandteile wie Chloroplasten oder Kern aus ihrer normalen Lage in der Zelle bringen, obwohl diese Bestandteile unter dem Einflusse der Erdschwere nicht beweglich sind. Das Herausschleudern gelingt naturgemäß um so leichter, je geringer die Plasmaviskosität ist und wird unmöglich bei der oben erwähnten von *Szücs* beschriebenen „Erstarrung“. Jedenfalls müßte sich aus der Größe der zur Verlagerung eines bestimmten Zellinhaltskörpers nötigen Fliehkraft ein Schluß auf die Zähigkeit des Plasmas ziehen lassen, wobei allerdings zu berücksichtigen wäre, inwieweit die Viskosität selbst durch das Zentrifugieren beeinflusst wird.

Noch ein anderer, möglicherweise gangbarer

Weg wäre denkbar. Die Brownsche Molekularbewegung, die ja in lebenden Zellen häufig zu beobachten ist, ist abhängig von der Viskosität der Lösung. Ganz allgemein verlangsamt eine größere, innere Reibung diese bekannte Zitterbewegung. Die Weglänge eines Teilchens in der Zeiteinheit ist umgekehrt proportional der inneren Reibung. Da die Weglänge durch verschiedene neue Methoden insbesondere mit Hilfe mikrokinematographischer Aufnahmen relativ exakt gemessen werden kann, so ließen sich wohl auf diese Weise genaue Werte für die innere Reibung des Plasmas ermitteln.

Zusammenfassend können wir der Erwartung Ausdruck geben, der Aufforderung *Grahams* möge auch bei der Erforschung der Biokolloide des lebenden Plasmas Folge geleistet werden: das Viskosimeter — und die pflanzlichen Statolithenzellen sind lebende Viskosimeter — solle Verwendung finden als Kolloidoskop.

Benützte Literatur:

- Ewart, A. J.*, 1903, On the Physics and Physiology of Protoplasmic Streamings in Plants. Oxford.
Grupe, V. und Linsbauer, K., 1910, Zur Kenntnis der Stoffwechseländerungen bei geotropischer Reizung. II. Mitt. S. Ak. Wiss. Wien, math.-naturw. Klasse Bd. 119.
Heilbronn, A. L., 1912, Über Plasmaströmungen und deren Beziehungen zur Bewegung umlagerungsfähiger Stärke. Ber. deutsch. bot. Ges. Bd. 30. — 1914, Zustand des Plasmas und Reizbarkeit. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 54.
Ostwald, Wo., 1912, Grundriß der Kolloidchemie, III. Aufl. — 1913, Über die Bedeutung der Viskosität für das Studium des kolloidalen Zustandes. Kolloidzeitschrift XII. Bd. — 1915, Die Welt der vernachlässigten Dimensionen.
Szücs, J., 1913, Über einige charakteristische Wirkungen des Aluminiumions auf das Protoplasma. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 52.
Thum, E., 1904, Über statocystenartige Ausbildung kristallführender Zellen. S. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. 113, Abt. I.
Tschermak, A. v., 1916, Allgemeine Physiologie I. Bd. 1. Teil.
Weber, G., 1914, Änderung der Plasmaviskosität bei geotropischer Reizung. Österr. bot. Zeitschrift.
Weber, G. und F., 1916, Wirkung der Schwerkraft auf die Plasmaviskosität. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 57.
Weber, F. und G., 1917, Die Temperaturabhängigkeit der Plasmaviskosität. Ber. deutsch. bot. Ges. Bd. 34.

Besprechungen.

Titius, Arthur, Naturwissenschaft und Ethik. Festrede im Namen der Georg-August-Universität zur Jahresfeier der Universität am 28. Juni 1916. Göttingen, W. Fr. Kästner, 1916. 29 S. Preis M. 0,40.
Diese akademische Festrede ist geeignet, mancherlei Ausblicke zu eröffnen und Fragen von großer prinzipieller Bedeutung für die unmittelbare Gegenwart anzuregen, wenn auch naturgemäß nur innerhalb der engen Schranken, welche durch das Thema selbst wie durch den Anlaß zu seiner Behandlung gegeben sind. Die Rede geht aus von der Feststellung, daß unsere, nämlich der Deutschen, Kraft, so wie sie sich bisher im Weltkriege gezeigt und bewährt habe, „auf dem Zusammenwirken von Technik und Gesinnung“ beruhe — eine

Nebeneinanderstellung, die zunächst seltsam und als bloße Paradoxie anmutet. Diese wird aber sogleich deutlicher, wenn der Verfasser (der Theologe ist) hinzufügt: „Es muß daher verlangt werden, daß in Zukunft die Naturwissenschaften immer mehr ihrer Bedeutung gemäß gepflegt, daß ihre Ergebnisse und ihre Art zu denken, die Dinge zu erfassen, immer allgemeiner in die Bildung unseres gesamten Volkes überführt werden; aber nicht minder erwartet werden, daß die in der gegenwärtigen Feuerprobe bewährten Gesinnungsgemeinschaften in ihrer geschichtlichen Eigenart (zu der auch stete Selbstkritik gehört) erhalten und anerkannt werden.“ Von dieser Parallelisierung und Koordination aus, deren Berechtigung hier nicht kritisch untersucht werden kann, gelangt der Verfasser dann zur Frage nach der Möglichkeit einer Synthese, d. h. er will prüfen, „wie naturwissenschaftliches Erkennen und religiöse Gesinnung in der *Ethik*, der Gestaltung der menschlichen Willensziele, zu einer Synthese gelangen können“. Kantisch gesprochen handelt es sich also hier um die Frage, wie der Gegensatz von Natur und Freiheit in einer höheren Einheit überwunden werden kann.

In eingehenden geschichtlichen Darlegungen zeigt der Verfasser zunächst, daß schon *Kant* und seine unmittelbaren Nachfolger, die Hauptvertreter des deutschen Idealismus, um dieses Problem sich eifrig bemüht hätten, aber eine durchgreifende Lösung nicht erreicht haben und von ihren Grundanschauungen aus nicht erreichen konnten. Am weitesten war *Fichte* von ihr entfernt, der die Natur zu einem bloßen *Accidens* der Freiheit herabsetzte, am nächsten scheinen ihm *Schleiermacher* und *Schelling* jenem Ziele zu kommen, von denen ersterer es geradezu aussprach, daß im Vollendungszustand in der Idee des Wissens auch *Ethik* *Physik* und *Physik* *Ethik* werden müsse, und daß nur im Zustande der Unfertigkeit beide Wissenschaften mehr oder weniger auseinander fallen.

Indessen scheinen dem Verfasser alle diese Versuche der Behandlung des Verhältnisses von *Ethik* und *Physik*, bei aller Großzügigkeit der Gesamtaufassung, über kühne Ansätze und fesselnde Fragestellungen kaum hinausgekommen zu sein. Erst die großen Fortschritte der exakten Wissenschaften, vor allem der Naturwissenschaften, hätten hier eine Wandlung herbeigeführt. Erst auf diesem Boden erstarkten die Versuche — der Verfasser nennt besonders *Comte* und *Spencer* —, die *Ethik* von der *Physik* aus, d. h. von der Naturerkenntnis aus, welche die exakte Forschung zu entwickeln begann, zu konstruieren und das Moralgesetz als normale, von den gleichen Tendenzen beherrschte Fortsetzung des Naturgesetzes, insbesondere der biologischen Gesetze, aufzufassen. Folgerichtig hat man dann auch allmählich versucht, die Erscheinungen des sittlichen Lebens — ebenso wie das Geistige überhaupt — in primitiver Form bis in die Anfänge des Organischen nicht nur, sondern selbst des Anorganischen zurück zu verfolgen, es bis in die Atome zurück zu tragen, und so, wie man von „Zellseelen“ und „Atomseelen“ zu sprechen begann, auch eine „Zellethik“ zu konstruieren versucht. Ein verdienter Forscher wie *Jacques Loeb* hat ausgeführt, daß „unsere Instinkte die Wurzel unserer *Ethik* bilden“, und daß diese „in derselben Weise chemisch und erblich in uns festgelegt sind wie die Formen des Körpers“. Danach wäre zu erwarten, daß uns auch eine *Ethik* der chemischen Elemente und ihrer Verhaltensweisen noch einmal geschenkt wird.

Daß eine solche Verwischung der Grenzen ganz verschiedenartiger Forschungsgebiete zu schweren Be-

denken Anlaß gibt, liegt auf der Hand, und der Verfasser macht die wichtigsten treffend geltend. Der Hauptpunkt ist: gerade das Spezifische der Naturerkenntnis ist dem Spezifischen der *Ethik* diametral entgegengesetzt und schließt es von sich aus — und ebenso umgekehrt. Solange also Atome und Moleküle das bleiben, als was die Naturwissenschaften sie anzusehen pflegen, solange ist es nicht möglich, auf sie menschliches Werten und Handeln zurückzuführen, denn diese enthalten gerade das Element (Werden, Zwecksetzung usw.) in sich, das jene von sich ausschließen. Umgekehrt ist auch das Spezifische der *Ethik*, Ideen und Ideale, gerade dasjenige, was die Begriffe und Vorstellungsweisen der exakten Naturerkenntnis von sich ausschließt, es zeigt sich aber auch im ganzen Verlaufe der Entwicklung der *Ethik* selbst, daß diese da am höchsten steht und den kräftigsten Lebenstypus schafft, wo sie von vornherein das bloß Natürliche von sich ausschließt, in der schroffen Entgegensetzung zur Natur oder der Erhebung über sie (wie in der christlichen *Ethik*, bei *Kant* und *Fichte*) ihr eigenes Wesen erblickt. Demnach ist das vom idealistischen Monismus (*Schelling*, *Schleiermacher*) wie vom naturalistischen Monismus gestellte Ziel, daß *Physik* *Ethik* werden solle und *Ethik* *Physik*, falsch gestellt. Mögen immerhin Geist und Natur nur relative Gegensätze bilden, mögen beide in einem letzten Grunde wurzeln und eine innere Einheit bilden, jener Grund sowohl wie die Art des inneren Zusammengehens beider Gegensätze zur Einheit ist uns unzugänglich. Nur in Bildern und Gleichnissen, sei es naturalistischer oder idealistischer Art, nicht aber in der Sprache nüchterner Wissenschaft läßt sich davon reden. Darum muß das Ziel bescheidener gesteckt werden, nicht eine Identität von *Physik* und *Ethik*, nur eine Wechselwirkung beider auf Grund gegenseitiger Bedingtheit darf angestrebt werden. Denn eine Wechselwirkung setzt in gleicher Weise beides voraus, eine ursprünglich zugrunde liegende Einheit wie die reelle Verschiedenheit der wirkenden Potenzen.

Wie die Wechselwirkung von Naturerkenntnis und *Ethik* nach verschiedenen Richtungen hin bedeutsam und fruchtbar werden kann, zeigt der Verfasser an einer Reihe instruktiver Beispiele. So hat die naturwissenschaftliche Forschung mit immer umfassenderem Tatsachenmaterial zeigen können, wie eng sich Leib und Seele gegenseitig berühren und bedingen — darum ist die alte Tradition der *Ethik*, über die leiblich-sinnlichen Vorgänge des Menschenlebens fast ganz zu schweigen, aufzugeben. Wenn also selbst *Kant* noch urteilte, daß es falsch sei, das Streben nach Glückseligkeit als Pflicht vorzustellen, weil ohnehin darauf jeder selbst bedacht sei, so muß demgegenüber betont werden, „daß zwar nicht die naive Weise, wie jeder für sich selbst sorgt, wohl aber die auf Einsicht beruhende Sorgfalt für Kraft, Gesundheit und Frische auch des Leibes wie der Seele eine wichtige sittliche Aufgabe wie des Einzelnen so der Gemeinschaft ist. Die unmittelbare Gegenwart lehrt uns sehr eindringlich, von welcher Bedeutung selbst Ernährungsfragen für den gesamten Bestand unseres nationalen Gemeinwesens werden können.“ Ja, unter dem Gesichtspunkt, daß überhaupt alle Rohstoffe und Kräfte der Erde nicht unerschöpflich sind und darum haushälterischer Verwendung bedürfen, daß die Erde, der Schauplatz menschlichen Wirkens, nur einen bestimmten Energievorrat besitzt, der durch menschliche Kraft nicht erhöht werden kann, muß auch der von *Ostwald* formulierte Imperativ: Vergeude keine Energie, verwerte sie, ganz allgemein als ein Imperativ nicht nur der

Technik oder der Klugheit, sondern der sittlichen Gesinnung des erkennenden Geistes bewertet werden.

Ein anderes wichtiges Beispiel, auf das der Verfasser hinweist, betrifft die Lehre von der Fortpflanzung und Vererbung wie von den Beziehungen der Geschlechter und den ganzen Komplex der sexuellen Probleme. Wie hier die eindringende Naturerkenntnis zahlreiche neue sittliche Imperative hervorgetrieben hat, bedarf keines besonderen Nachweises. Nur wird man auch hier, und hier ganz besonders, worauf der Verfasser mit Recht nachdrücklich hinweist, nicht in Übertreibungen verfallen und der Grenzen von Naturwissenschaft und Ethik sich besonders bewußt bleiben müssen. So kann es nur verderblich wirken, wenn man ohne weiteres jede Erkenntnis leiblicher Vorgänge, welche die Medizin oder eine ihrer Hilfswissenschaften gewonnen hat, in eine sittliche Forderung umwandelt. „Die Aufnahme aller aus der Naturerkenntnis abzuleitenden ethischen Verhaltensmaßregeln in unseren Sittenkodex müßte zu einer neuen Gesetzesknechtschaft und einem Zustande der Unfreiheit führen, der schlimmer wäre als jeder bisherige. Der Arzt, auch der zur Seelenleitung nicht befähigte, würde damit eine Macht über die Seelen erhalten, der gegenüber die des Beichtvaters sich unbedeutend ausnehmen würde.“ Oder man denke an den unverkennbaren Gegensatz zwischen der humanitären Fürsorge auch für die minder Lebensfähigen, die uns als unbedingte soziale Pflicht erscheint, und der von gewissen Rassentheoretikern behaupteten Degenerationsgefahr eines solchen Verhaltens. Hier muß jene Grenzbestimmung fest im Auge behalten werden, die der Verfasser mit den Worten gibt: „Die Natur ist jenseits von gut und böse; zu des Menschen Würde gehört sein sittliches Verhalten. An diesem Punkte kann es kein Paktieren geben: Gut zu sein ist notwendig; zu leben ist nicht notwendig.“

Man sieht, wie bedeutsam und schwerwiegend die Probleme sind, auf die der Verfasser in seiner akademischen Rede zumeist nur wie im Fluge andeutend hinweist. Eine nahe Zukunft wird ihnen sicherlich ganz besondere Aufmerksamkeit zu widmen haben.

M. Kronenberg, Berlin.

Thormeyer, Paul, Philosophisches Wörterbuch. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1916. (Aus Natur und Geisteswelt. Sammlung wissenschaftlich gemeinverständlicher Darstellungen, 520. Bändchen.) 96 S. Preis M. 1,25.

Ein falsch verstandener sprachlicher Purismus hat neuerdings, wiewohl nur vereinzelt, auch den fremdsprachlichen Ausdrücken in der Philosophie nachstellen zu müssen geglaubt. Aber mehr noch als in jeder Einzelwissenschaft sind gerade in der Philosophie die Termini unentbehrlich, ganz besonders auch in der Metaphysik. Sie haben hier nicht nur die negative Funktion, vor Mißverständnissen des populären Sprachgebrauchs zu schützen, die Sache möglichst eindeutig zu bezeichnen, sondern auch die positive, gewisse Ergebnisse der geschichtlichen Entwicklung kurz zusammenzufassen. Gerade deshalb aber sind gerade in der Philosophie die Termini auch vielfach weit schwieriger kurz zu erklären, im alten Sinne der Schullogik zu „definieren“, als irgendwo anders. Nur bei einem Teile der Termini mag die Worterklärung ausreichend erscheinen, bei vielen und gerade den wichtigsten kann man sie höchstens als Notbehelf gelten lassen.

Diese natürlichen Schwierigkeiten wird man billig

berücksichtigen müssen bei dem vorliegenden Versuche *Thormeyers*, im Rahmen der bekannten Teubnerschen Sammlung, teilweise in Anlehnung an ältere und umfassendere Werke, namentlich das von *Eisler*, die wichtigsten philosophischen Termini in einem Wörterbuch von gedrängtester Kürze zusammenzustellen. So würden z. B. Ausdrücke wie Animismus, Dualismus usw. ohne Schwierigkeiten dem Adepten der Philosophie — und als Hilfsmittel zur Einführung in die Philosophie soll nach der Vorrede das vorliegende Bändchen dienen — durch die einfache Definition verdeutlicht werden können; dagegen wird er zunächst mehr verwirrt als aufgeklärt, wenn er z. B. unter „Logos“ erfährt, daß dieser Begriff bei Heraklit die Bedeutung eines Weltgesetzes hat, das nach Maß und Zahl verfährt, bei den Stoikern auch gleichbedeutend mit Schicksal und bei *Philo* und in der christlichen Philosophie der Sohn Gottes ist. — Eine weitere natürliche Schwierigkeit ergibt sich dadurch, daß der philosophische Sonderstandpunkt des Verfassers da und dort sich hervordrängt; so wenn er *Fichte*, *Schelling* und *Hegel* den Vertretern des philosophischen Dogmatismus zurechnet.

Sieht man indessen hiervon ab, so kann das vorliegende Bändchen nur als ein solches bezeichnet werden, das seinem Zwecke vollat entspricht. Die Sammlung der Termini ist umfassend und so vollständig, als es nur möglich ist, die Erklärungen korrekt, vor allem auch in der gebotenen Kürze sachlich aufklärend; nur vereinzelt trifft man auf sachliche Irrtümer, wie z. B. wenn *Hegels* Phänomenologie als Beschreibung der Entwicklung der philosophischen Erkenntnis bezeichnet wird, statt als Beschreibung der Entwicklung des Geistes. Das Büchlein kann jedenfalls als sehr praktisches Hilfsmittel beim philosophischen Studium durchaus empfohlen werden.

M. Kronenberg, Berlin.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Das Messen von Strecken und Winkeln auf Karten ohne mathematische Vorkenntnisse.

In der Fachsitzung am 20. November 1916 hielt Dr. A. Wedemeyer (Berlin) einen Vortrag mit Demonstrationen über das *Messen von Strecken und Winkeln auf Karten ohne mathematische Vorkenntnisse*. Eine der wichtigsten und häufigsten Aufgaben der Messung auf Landkarten ist die Bestimmung der Entfernung zweier beliebiger Punkte voneinander. Aber nur in seltenen Ausnahmefällen ist es möglich, diese Entfernung direkt mit Hilfe des Zirkels oder eines geraden Maßstabes zu messen. Der Grund hierfür liegt in der Verzerrung, die notwendigerweise eintreten muß, wenn wir eine Karte konstruieren, d. h. wenn wir es unternehmen, ein Bild der Erdoberfläche auf einer ebenen Papierfläche zu entwerfen, da ein wirklich verzerrungsfreies, in allen Abmessungen naturgetreues Bild nur auf einer kugelförmig gewölbten Fläche darstellbar ist. Auf dem kugelförmigen Erdglobus wird die kürzeste Entfernung zweier Punkte durch den Bogen des durch beide hindurch gehenden größten Kreises gemessen, der seinen Mittelpunkt im Erdzentrum hat. Aber diese größten Kugelschneidungen erscheinen auf der Karte im allgemeinen nicht als längentreue gerade Linien. So kommt es, daß zuverlässige Entfernungsmessungen auf Karten recht schwierig und nur unter Benutzung besonderer Vorichtsmaßregeln möglich sind, die in den geographischen Lehrbüchern ausführlich erörtert werden. In den meisten Fällen bleibt nichts übrig, als die größten

Kreise in die jeweils vorliegende Kartenprojektion hineinzukonstruieren oder die Entfernung zu berechnen, was beides zeitraubend ist. Der Vortragende schlägt daher eine Methode vor, die in ebenso geistreicher wie einfacher und praktisch leicht ausführbarer Art die Schwierigkeit dadurch löst, daß man die zu messende Größe durch Verschiebung auf dem Kartenblatt in eine andere Lage bringt, in welcher die Messung mit Leichtigkeit vorgenommen werden kann. Seine Ausführungen gipfelten in der folgenden Anweisung:

In allen zenitalen Kartenentwürfen, außer denen, wo einer der Erdpole Kartenmittelpunkt ist, liegen im Gradnetz bereits alle Großkreise, die in die Kartenebene fallen, zweimal gezeichnet vor, resp. lassen sich zwischen den Meridianen einschalten. Man befestige ein Stück Pauspapier mit einer Nadel im Kartenmittelpunkte, marke darauf die beiden Örter, deren kleinste Entfernung gesucht wird, an und drehe das Pauspapier um den Kartenmittelpunkt, bis die beiden Marken auf denselben Meridian fallen. Der auf dem Meridian abgelesene Breitenunterschied ist dann die gesuchte Entfernung, ausgedrückt in Gradmaß ($1^\circ = 111 \text{ km}$). Statt des Pauspapiers verwendet man nach *Georg Wulff* besser einen Dreispitzzirkel, dessen eine Spitze man in die Kartenmitte steckt und dessen andere Spitzen man auf die beiden Örter einstellt, um das so entstandene Dreieck um die Kartenmitte zu drehen, bis die beiden freien Zirkelspitzen auf ein und denselben Meridian fallen.

In den zenitalen Zylinderentwürfen entspricht der Drehung um die Kartenmitte eine Parallelverschiebung, da der Kartenmittelpunkt im Unendlichen liegt. Falls einer der Erdpole der Mittelpunkt der vorliegenden Karte ist, muß man auf dem Pauspapier ein Gradnetz einzeichnen, dessen Mittelpunkt ein Punkt des Äquators ist. Da die Ablesungen am Rande einer zenitalen Karte genauer erfolgen können als in der Kartenmitte, so kann man die beiden Örter auf ihren Breitenparallelen um den gegenseitigen Längenunterschied verschieben, bis sie in die Nähe des Kartenrandes fallen, und dann die Drehung um den Kartenmittelpunkt vornehmen.

Um die Richtung zu ermitteln, in welcher der Ort *B* von *A* liegt, verschiebt man auf einem Planiglob in einem zenitalen Kartenentwurf die beiden Örter auf ihren Breitenparallelen so lange, bis *A* auf den 90. Meridian (den Randmeridian einer zenitalen Karte) fällt. Dann markt man die beiden verschobenen Örter *A'* und *B'* auf dem Pauspapier an und dreht es um die Kartenmitte, bis *A'* auf den Nordpol fällt. Der Meridianunterschied der beiden Örter *A'* und *B'* ist dann das Azimut des Punktes *B* von *A*.

Auf nicht zenitalen Karten, z. B. *Lamberts* Kreisnetzen, d. i. *Littrows* winkeltreue Karte, muß man zwei Wanderungen auf den Parallelkreisen machen, um die Entfernung *AB* abzulesen. Das Azimut *B* von *A* wird durch den Schnittwinkel der Geraden *AB* mit dem Mittelmeridian der Karte gemessen.

Durch die Vorführung zahlreicher Einzelbeispiele gelang es dem Vortragenden, die Zuhörer von der Einfachheit wie von der Zuverlässigkeit seiner Methode zu überzeugen. Zweifellos wird dieselbe nicht nur dazu beitragen, die Messung auf Karten zu erleichtern, sondern auch das Verständnis für die charakteristischen Eigenschaften der verschiedenen Kartenprojektionen zu erhöhen und das Interesse für das Studium der Kartenentwurfislehre zu vertiefen.

O. B.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft. (Berliner Zweigverein.)

Einige Beziehungen zwischen der Luftdruckverteilung bei Island und dem Wetter in Deutschland.

In der Sitzung am 5. Dezember sprach Herr Dr. *Drewes* über den Einfluß der isländischen Barometerdepressionen auf unser Wetter. Nachdem die Studien von *Hoffmeyer* und *Teisserenc de Bort* (1878 und 1881) gelehrt hatten, daß solche Einflüsse vielfach erkennbar sind, wurden große Hoffnungen auf tägliche Wetterberichte aus Island nach Legung eines Telegraphenkabels gehegt. Seit dem 1. April 1907 gibt die Deutsche Seewarte Wettertelegramme aus Island heraus, aber es fehlte bisher eine Untersuchung über den Erfolg dieser Berichte. Herr *Drewes* hat diese Arbeit aufgenommen und zunächst die Frage verfolgt, wie sich der Witterungsverlauf bei uns gestaltet, wenn ein Tiefdruckgebiet bei Island erscheint und ostwärts weiterzieht.

In den Jahren 1907 bis 1914 kamen 170 für die Untersuchung brauchbare Fälle vor; von ihnen waren mehr als $\frac{1}{3}$ (60) dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Erscheinen der Depression ein Barometermaximum im SW von Europa liegt. Herr *Drewes* beschränkte sich in seinem Vortrage auf eine Schilderung dieser als „Haupttypus“ bezeichneten Wetterlage und erläuterte sie an Hand von Karten durch zwei charakteristische Beispiele, eines für den Winter, ein anderes für den Sommer. Jedesmal wurden drei Tage, beginnend mit dem Tage, an welchem die isländische Wetterkarte zum ersten Male auf der Morgenwetterkarte erschien, besprochen.

Der Wintertypus zeigt eine Neigung zur Ausbildung von Teildepressionen, besonders in der Gegend von England und auf der östlichen Ostsee, derzufolge am zweiten Tage im Küstengebiet etwas Niederschlag und Erwärmung, in Süddeutschland starke Zunahme von Niederschlag und Temperatur auftreten, während das ostdeutsche Binnenland ganz unbeeinflusst bleibt. Im Nordwesten ist in Abständen von 24 Stunden rhythmischer Wechsel von Teildepressionen und Ausläufern hohen Druckes, der nach *Großmann* ein gutes Prognosenhilfsmittel ist, gut erkennbar. Bei den flachen sommerlichen Depressionen stimmt der Witterungsverlauf in den verschiedenen Teilen Deutschlands ziemlich gut überein. Die Änderungen von Tag zu Tag sind dann stärker ausgesprochen als im Winter, aber der Zug der Teildepressionen ist langsamer und unregelmäßiger, so daß die Verwertung für die Wettervorhersage schwieriger ist.

Für die praktische Witterungskunde ergibt sich aus der Untersuchung der Schluß, daß im Winter wegen der schnelleren Wetteränderungen ein möglichst weit sich erstreckendes, wenn auch weitmaschiges Netz telegraphisch berichtender Stationen erwünscht ist, dagegen im Sommer ein in der Nähe möglichst dichtes, aber weniger weit ausgedehntes Stationsnetz; die Stationsverteilung müßte also im Winter eine andere als im Sommer sein.

Nach dem Vortrage des Herrn *Drewes* berichtete Herr Prof. *Kaßner* über die in den *Annalen der Physik* (51, S. 495, 1916) erschienene Veröffentlichung von *Vegard* und *Krognæß*: Die Höhe des Nordlichts vermittelst parallaktischer Aufnahmen an dem Haldde-Observatorium.

R. Süring, Potsdam.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

14. Dezember. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr Roethe.

1. Herr *Struve* legte eine Abhandlung des Herrn Dr. *E. Scipin* in Potsdam vor: *Über eine Bestimmung der Nutationskonstante aus Beobachtungen des Internationalen Breitendienstes*. Der Verfasser hat das reichhaltige Material, welches die Beobachtungen des Internationalen Breitendienstes seit 1900 geliefert haben, einer neuen Diskussion unterzogen und zeigt in dieser vorläufigen Mitteilung, daß es auch für eine Neubestimmung der Nutationskonstante großen Wert besitzt.

2. Herr *Branca* legte eine Arbeit des Herrn Prof. Dr. *H. Scupin* in Halle a. S. vor: *Die erdgeschichtliche Entwicklung des Zechsteins im Vorlande des Riesengebirges*. Die Arbeit gibt eine feinere Gliederung des niederschlesischen Zechsteins und eine Parallelisierung mit dem thüringisch-sächsischen. Sodann wird das Vorkommen von zahlreichen Dreikantern mit schneidend scharfen Kanten und von Nestern mit Kreuzschichtung im konglomeratischen Unteren und Mittleren Zechstein festgestellt und daraus Festlandsbildung und Steppenklima gefolgert. Schließlich wird ein Gesamtbild der wechselnden Herrschaft des Landes und Meeres im Norden des Riesengebirges zu jener Zeit gegeben.

21. Dezember. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz i. V.

1. Herr *Rubens* las über *Reflexionsvermögen und Dielektrizitätskonstante einiger amorpher Körper*. Die Arbeit bildet die Fortsetzung einer früheren Untersuchung, welche im Januar 1915 der Akademie vorge-

legt wurde. Damals handelte es sich um das Reflexionsvermögen und die Dielektrizitätskonstante von Kristallen und Flüssigkeiten sowie um die Diskussion jener Konstanten vom Standpunkte der Maxwell'schen Theorie. Die neuen Versuche an 15 amorphen Substanzen, hauptsächlich Gläsern, liefern das Ergebnis, daß auch für diese Körper das Reflexionsvermögen für langwellige ultrarote Strahlung mit demjenigen Werte nahezu übereinstimmt, welcher sich mit Hilfe der Fresnel'schen Formel aus den Dielektrizitätskonstanten für langsam veränderliche Felder berechnen läßt. Anomale Dispersion im Gebiete der Hertz'schen Wellen konnte bei keiner der untersuchten Substanzen festgestellt werden.

2. Herr *Fischer* legte eine von ihm in Gemeinschaft mit Herrn *H. Noth* ausgeführte Untersuchung vor: *Teilweise Acylierung der mehrwertigen Alkohole und Zucker: Derivate der Glucose und Fructose*. Durch Benutzung der Acetonverbindungen ist es gelungen, Mono-, Di- und Tetrabenzoyleucose in reinem Zustande zu gewinnen. Sie bilden zusammen mit der schon bekannten Tri- und Pentabenzoyleucose die erste vollständige Reihe von Acylglucosen. Für die synthetische Monobenzoyleucose wird ferner der Nachweis geführt, daß sie in dem von *Griebel* aus Preiselbeeren isolierten amorphen „Vacciniin“ enthalten ist. Von den neuen Derivaten der Fructose ist die Monogalloylverbindung hervorzuheben, weil sie im Gegensatz zu den durchweg amorphen Galloylglucosen leicht kristallisiert und noch nicht die Merkmale der Gerbstoffe zeigt.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. S. 61.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft.

(Berliner Zweigverein.) S. 62.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Physikalische Zeitschrift; Heft 22, 1916.

Über thermodynamische Maschinen, die unter Mitwirkung der Schwerkraft arbeiten; von *R. Wenger*. In einer gleichnamigen Abhandlung (Phys. Z., H. 15 u. 16, 1916) ist von *V. Bjerknes* der Satz begründet, daß in einer schweren Flüssigkeit Zirkulationen nur zustande kommen können, wenn die Kältequelle höher liegt als die Wärmequelle. Hier wird gezeigt, daß der obige Satz nur ein Spezialfall des folgenden ist: „Die Wärmeaufnahme muß unter höherem Druck stattfinden, als die Wärmeabgabe“. Infolge der horizontalen Druckdifferenzen in der Atmosphäre ist es möglich, auch dann Arbeit zu gewinnen, wenn Wärme- und Kältequelle in demselben Niveau liegen. Der Nutzeffekt dieser Anordnung ist aber relativ klein.

Die Gesetzmäßigkeiten im Neon- und Argonspektrum; von *K. W. Meißner*. An Hand interferometrischer Wellenlängenmessungen (Ann. d. Phys. 51, S. 115, 1916) werden die im roten Spektralgebiet bekannten Gesetzmäßigkeiten des Neon- und Argonspektrums geprüft und vervollständigt.

Die reversible magnetische Permeabilität bei hohen Frequenzen; von *W. Kaufmann*. Für die von *R. Gans* definierte reversible Permeabilität $\delta B/\delta H$ ergibt sich Unabhängigkeit ihres Wertes von der Frequenz der dem magnetisierenden Gleichstrom überlagerten Schwingung bis herauf an $N = 16^\circ/\text{Sek}$.

Beugung der Röntgenstrahlen in Metallen. 1. Mitteilung; von *K. E. F. Schmidt*. Tritt ein feines Bündel Röntgenstrahlen durch dünne Metallschichten, so zeigt eine parallel zur Schicht in 10–20 mm Abstand gestellte photographische Platte Beugungsbilder, die wesentlich durch das Material und dessen mechanische Vorbehandlung bedingt sind. Von den bei Kristallen erhaltenen Bildern weichen die eben genannten stark ab. Man beobachtet Interferenzflecke unregelmäßig in Verteilung und Schwärzung, Bänder radial von der

Mitte ausgehend, beim Cu, Ag, Al, Mg Ringe konzentrisch zur Mitte, die besonders beim Elektrolyt-Cu regelmäßig und schön auftreten. Auch Guß-, Walz-, gehämmertes Cu zeigt Ringe, wenn auch die Art der Schwärzung in den Ringflächen wesentliche Verschiedenheit aufweist. Man darf annehmen, daß die Weiterverfolgung der Erscheinung für wissenschaftliche und technische Fragen Bedeutung gewinnen wird.

Über Röntgenstrahlspektren, die an gekrümmten Kristallflächen erzeugt wurden; von *P. Cermak*. Das Platinspektrum einer Röntgenröhre wird durch Reflexion an den gekrümmten Flächen von Steinsalz, Glimmer, Antimonit und Gips aufgenommen. Die Aufnahmen zeigen Unterschiede in der Struktur der Linien, die darauf zurückgeführt werden, daß die Raumgitter der Kristalle bei der Biegung entweder erhalten oder dauernd deformiert oder vollständig zerstört werden.

Physikalische Zeitschrift; Heft 23, 1916.

Die Anwendung von Wirbelringen zur Bestimmung von Oberflächenspannungen; von *V. Kutter*. Wie bei der Lenard'schen Methode der schwingenden Tropfen, werden auch hier Tropfen benutzt, die aber aus mäßiger Höhe in eine zweite Flüssigkeit hineinfallen, und sich dort in Wirbelringe umwandeln, zu deren Sichtbarmachung einfache chemische Reaktionen benutzt werden. Die fallenden Tropfen führen bekanntlich unter dem Einfluß der Oberflächenenergie Schwingungen um die Gleichgewichtsform der Kugel aus, wobei die längste Achse abwechselnd in die horizontale und vertikale Richtung kommt, und je nach der Schwingungsphase, in der die Tropfen auf die zweite Flüssigkeit auftreffen, ist die Einfalltiefe der Wirbelringe größer oder kleiner. Diese hängt also nicht von der absoluten Fallhöhe, sondern von der damit verbundenen Schwingungsphase ab. Gleichen Phasen entsprechen

gleiche Einfallstiefen; bestimmt man daher zu diesen die zugehörigen Fallhöhen und hieraus die Fallzeiten, so kann man die Schwingungsdauer berechnen und hieraus schließlich die Oberflächenspannung bestimmen, ähnlich wie man aus der Schwingungsdauer des Pendels die Schwerkraft bestimmt.

Eine allgemeine Zwillingsreihe der Atomarten; von A. van den Broek. Durch Annahme allgemeiner Isotopie und von β -Strahlung (oder verschiedenem Kernelektronengehalt) nach dem zwischen ThX und Th bekannten Verlauf (224; 228) — 228 — (228; 232) überall da, wo (angenäherte) ganze Vierfache an ungeraden, $(4n-1)$ -Werte an geraden Ordnungszahlen als Atomgewichte vorkommen (so bei Se—Br; Pd—Ag; Sn—Sb), wurde eine allgemeine Zwillingsreihe der Atomarten statt der Elemente abgeleitet.

Bemerkung zu den Gesetzen von Kossel und Glocker über Absorption und Emission von Röntgenstrahlung; von W. Schottky. Es wird durch Vergleich der genannten Gesetze die Beziehung abgeleitet, daß innerhalb eines Erregungsgebietes bei bestimmter Wellenlänge der auffallenden Röntgenstrahlung die „Ausbeute“ an charakteristischer Sekundärstrahlung desto kleiner ist, je kürzer die Wellenlänge der auffallenden Strahlung ist. Dieser Befund kann als Stütze der Ansicht dienen, daß die Absorption aus einer Reihe von Einzelprozessen besteht, wobei jedesmal ein Energiequantum $h\nu$ absorbiert wird.

Stoßionisierung der Gase durch Wärmebewegung; von F. v. Hauer. In einem abgeschlossenen Gasraume bleibt stets noch eine geringe elektrische Leitfähigkeit bestehen, die der Erzeugung von (der Größenordnung nach) 10 Ionen pro cm^3 und Sek. entspricht. Als Ursachen hierfür kommen in Betracht: Radioaktive Verunreinigungen, durchdringende Strahlung, Spaltung der Atome in Ionen, wie im Metall, und endlich Spaltung durch extrem starke Stöße der Wärmebewegung. Da die Energiemenge, die zur Ionisierung durch Stoß notwendig ist, bekannt ist, läßt sich ohne weitere Annahmen berechnen, bei wie vielen Zusammenstößen ein Molekel die zur Ionisierung notwendige Energie hat, und es wird so gefunden, daß bei Zimmertemperatur keine Ionisierung durch die Wärmebewegung (praktisch) stattfinden kann. Erst bei Temperaturen gegen 2000° könnte eine solche merklich auftreten.

Physikalische Zeitschrift; Heft 24, 1916.

Schallfelder und Schallantennen; von W. Hahne-mann und H. Hecht.

Grundlegung der Kinematik einer physikalischen Welle von elementarer Schwingungsform, II; von K. Uller. Es wird in dieser zweiten Arbeit der Nachweis erbracht, daß es in jeder Welle von elementarer Schwingungsform eine wellenkinematische Größe gibt, nämlich das Wellennormalenpaar. Als erste Frucht seiner Auffindung werden die Gleichungen für die umkehrbaren Wellen in inhomogenen Körpern gewonnen, die erstmals sicheren, für das Studium der Licht-, Schall- und Bodenbewegung in Weltkörpern.

Über die Wirkung von Kristalldetektoren; von B. Thieme. Auf Grund eingehender Beobachtungen und Studien an verschiedenen Kristallformen werden elektronentheoretische Wege zur Deutung der Gleichrichterscheinungen an Kristalldetektoren gewiesen. Weitere Einflüsse, so die des Kristallwassers, der Feuchtigkeitsschicht, werden behandelt. Wesentlich sind dabei die Fälle, wo sich, wie Verf. zeigt, Elektroden gleichen Materiales, z. B. aus Kupfer, einander gegenüberstehen; es werden dabei die Kristallformen der entstandenen Schmelzen ausgewertet.

Ein einfaches Saitenelektroskop; von C. W. Lutz. Für viele elektrostatische Messungen genügt ein Instrument mittlerer Empfindlichkeit. Hierzu eignet sich

das „Saitenelektroskop“, dessen Vorzüge sind: einfache Handhabung, veränderliche Empfindlichkeit, großer Meßbereich, kleine Kapazität, augenblickliche Einstellung, scharfe Ablesung, Unempfindlichkeit gegen Wärmeinflüsse (Temperaturkompensation und Doppelgehäuse), Quarzisolierung, Verwendbarkeit in jeder Stellung (auch horizontal und überkopf), geeignet zum Projizieren und Registrieren.

Gleichheitsphotometer für Röntgenstrahlungshärtemesser; von H. Seemann. Es werden 10 Typen von Biprismen beschrieben, die dazu dienen, die fluoreszierenden Vergleichsfelder der Silberblech-Aluminiumkeil-Härtemesser saumlos aneinander angrenzend erscheinen zu lassen. In der Symmetriekante der Biprismen, die entweder von ebenen oder krummen Flächen gebildet, konkav oder konvex sein kann, werden Linien aus dem Innern der Vergleichsfelder nebeneinander gesehen. Die Prismen können mit und ohne Linse, einäugig oder zweiäugig betrachtet werden. Das bewährte Modell mit langem ebenflächigen Konkavbiprisma, das sämtliche Vergleichsfeldpaare gleichzeitig ohne Lupe zu überblicken gestattet, wird näher beschrieben. Das Biprisma liegt dicht auf den Feldern des Leuchtschirmes auf.

Geographische Zeitschrift; Heft 12, Dezember 1916.

Der verkehrsgeschichtliche Wert des Suez- und des Bagdad-Weges; von Richard Hennig.

Lage, Entwicklung und Bedeutung von Prag; von Hans Rudolphi. Ausgehend von der zentralen Lage Böhmens innerhalb Mitteleuropas, seinem radialen Flußnetze, dem Klima, den geologischen und topographischen Verhältnissen des Landes, gibt der Verfasser ein Bild von den Vorzügen und Nachteilen der ziemlich genau in der Mitte Böhmens liegenden Hauptstadt, wobei Orts- und Verkehrslage besonders berücksichtigt werden. Auf Grund der Geschichte der Stadt wird dann das ehemalige und das heutige Stadtbild näher geschildert und das Verhältnis der Nachbarstädte zur Mutterstadt besprochen. Den Schluß des Aufsatzes bilden die Darstellung der Verteilung und Stärke der Nationalitäten der Einwohner, das Anwachsen der Bevölkerung und ihr Verhältnis zu der der umliegenden Gemeinden, die Gründe für das schnelle Anwachsen von Groß-Prag in den letzten Jahrzehnten und die Ursachen dafür, daß die böhmische Hauptstadt heute für Mitteleuropa längst nicht mehr die Bedeutung hat, die es in früheren Jahrhunderten auszeichnete. Der Verfasser stützt seine Darstellung auf ein eingehendes Studium der einschlägigen geographischen und historischen Literatur, der alten Stadtpläne und auf mehrjährige Beobachtungen an Ort und Stelle. Mehr als 40 Jahre sind vergangen, seit sich ein Geograph wieder mit der Lage von Prag befaßt. Dem Aufsatz sind zwei Abbildungen beigegeben, die den Wyszehrad und die Karlsbrücke mit der Kleinseite und dem Hradschin darstellen.

Deutschlands bergwirtschaftlich-geographische Lage; von Fritz Frech (Schluß).

Gehägenischen und Schneeschmelzen; von B. Brandt. Die Schneedecke im westrussischen Landrücken ist unter dem Einflusse des schon kontinentalen Klimas größer und dauerhafter als bei uns. Am steilen Nordrande dieses diluvialen Höhenzuges sind daher auch die Wirkungen der Schneeschmelze größer und deutlicher als im norddeutschen Flachlande. Die schnell abtauenden Nordhänge der Täler werden durch die Erosion der Schmelzwässer zu Schluchten zerrissen; bei den im Schatten liegenden Südhängen führt das allmählich eindringende Schmelzwasser zu Erdfließvorgängen. Die auf diese Weise entstehenden Nischen geben vielleicht einen Hinweis, wie ähnliche größere Formen in unseren gletscherfreien Mittelgebirgen während der Eiszeit entstanden sind.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 5.

2. Februar 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Bedeutung der physikalischen Erkenntnistheorie Machs für das Geistesleben der Gegenwart. Von Prof. Dr. Philipp Frank, Prag. S. 65.

Periodische Erscheinungen beim Blühen tropischer Gewächse. Von Prof. Dr. F. A. C. Went, Utrecht. S. 72.

Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria):
8. Die Karstlachen (Laghi, Lokven) im Roten Istrien und die Malariagefahr. S. 76.

Botanische Mitteilungen:

Kreuzung oder Mutation, die mutmaßliche Ursache der Polymorphie? Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne *Lupinus*? allgemeine Bemerkungen über Alloponie. Die Verwertung des Abnormen und Pathologischen in der Pflanzenkultur. Ueber die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen. S. 78—80.

Osram-Azo

Das
konzentrierte Licht

bis
2000
Watt

Für Innen- und
Außen-Beleuchtung
hervorragend geeignet
Geringe Kosten bei spar-
samstem Stromverbrauch.
Auer-Gesellschaft,
Berlin O. 17.

OSRAM
AZO

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitseite angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort von

Albert Einstein

Preis M. 2.40

Vor kurzem erschien:

Chemiker-Kalender 1917

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann

XXXVIII. Jahrgang

In zwei Bänden

I. und II. Teil in Leinwand gebunden Preis M. 4.80

I. Teil in Kunstleder, II. Teil in Leinwand gebunden Preis M. 5.60

Vor kurzem erschien:

FEHRLANDS Ingenieur-Kalender 1917

für Maschinen- und Hütten-Ingenieure

Herausgegeben von

Professor F. Freytag

Kgl. Baurat, Lehrer an den Technischen Staatslehranstalten in Chemnitz

XXXIX. Jahrgang

In zwei Teilen, mit 418 Textfiguren und vielen Zahlentafeln

a) In Kunstleder mit Klappe (II. Teil geheftet) Preis M. 3.20

b) Brieffaschen-Ausgabe „ „ 4.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

2. Februar 1917.

Heft 5.

Die Bedeutung der physikalischen Erkenntnistheorie Machs für das Geistesleben der Gegenwart¹⁾.

Von Prof. Dr. Philipp Frank, Prag.

Es ist etwas Merkwürdiges um die Lehren *Machs*. Von den Philosophen werden sie oft als Werke eines in ihre Wissenschaft nur dilettantisch hineinredenden Physikers bespöttelt oder herablassend abgelehnt; von den Physikern werden sie häufig als Verirrungen vom richtigen Pfade der soliden realistischen Naturwissenschaft bedauert. Und doch kommen Philosophen und Physiker, ja auch Historiker und Soziologen und viele andere nicht los von *Mach*. Die einen bekämpfen ihn leidenschaftlich, die anderen verherrlichen ihn begeistert. Es geht etwas Faszinierendes von diesen so schlichten Lehren aus; trotz ihrer Schlichtheit etwas Reizendes und Aufreizendes. Es gibt wenige Denker, die so scheidend und trennend auf die Geister wirken, die den einen so begeistern, dem anderen so dem innersten Wesen nach widerwärtig sind. Was steckt in diesen Lehren, daß keiner, mag er welcher Gesinnung immer sein, sich der Aufgabe entziehen kann, zu ihnen irgendwie Stellung zu nehmen?

Darüber möchte ich in dem vorliegenden Aufsatz sprechen. Ich habe mir eine ganz bestimmte Ansicht darüber gebildet, welche Stellung *Mach* im Geistesleben unserer Zeit einnimmt, und diese Stellung, glaube ich, wird es erklären, warum der Kampf so leidenschaftlich um ihn tobt. Es handelt sich dabei nicht um die oft individuell und historisch bedingten Einzelheiten der Machschen Lehren, sondern um deren Kern, der eben den Brennpunkt der Kämpfe ausmacht. Ich will daher hier nicht über die allgemeine Stellung *Machs* zum psychophysischen Problem sprechen, nicht über seine physikalischen und psychologischen Einzelleistungen, sondern nur über seine Auffassung von den Aufgaben und möglichen Zielen der exakten Naturwissenschaft.

Gerade in den letzten Jahren macht sich immer stärker bei den schöpferisch tätigen Physikern und Mathematikern eine Reaktion gegen die Machschen Auffassungen bemerkbar. Wenn einer der hervorragendsten theoretischen Physiker unserer Zeit, *Max Planck*²⁾, und einer der ersten lebenden

Geometer *E. Study*¹⁾ diese Ansichten als für ihre Wissenschaft teils irreführend, teils undurchführbar, teils geradezu schädlich bezeichnen, so muß das zu denken geben und man kann nicht leichtthin darüber hinweggehen.

Was einem Forscher von der ausgesprochen stark konstruktiven Begabung *Plancks* an den Ansichten *Machs* so durchaus mißfällt, ist vor allem ein Werturteil. Für den Forscher ist jede neue Theorie, die sich auch durch das Experiment stützen läßt, ein Stück neuentdeckte Realität; nach *Mach* aber ist die Physik nichts als eine Sammlung von Aussagen über die Verknüpfung von Sinnesempfindungen und die Theorien nichts als ökonomische Ausdruckweisen für die Zusammenfassung dieser Verknüpfungen.

„Das Ziel der Naturwissenschaft“, sagt *Mach*²⁾, „ist der Zusammenhang der Erscheinungen. Die Theorien aber sind wie dürre Blätter, welche abfallen, wenn sie den Organismus der Wissenschaft eine Zeitlang in Atem gehalten haben.“ Dieser, wie man sie nennt, phänomenalistischen Auffassung war bekanntlich schon *Goethe*. In dem Nachlaß zu den Maximen und Reflexionen heißt es: „Hypothesen sind Gerüste, die man vor dem Gebäude auführt, und die man abträgt, wenn das Gebäude fertig ist. Sie sind dem Arbeiter unentbehrlich; nur muß er das Gerüste nicht für das Gebäude ansehen.“ Und noch drastischer: „Die Konstanz der Phänomene ist allein bedeutend; was wir dabei denken, ist ganz einerlei.“

Nun wird man sagen, *Goethe* war auch wirklich kein tüchtiger Physiker und man sieht an ihm, wie solche Grundsätze den Forschergeist hemmen. So sagt *Planck*³⁾: „Als die großen Meister der exakten Naturforschung ihre Ideen in die Wissenschaft warfen, als *Nicolaus Copernicus* die Erde aus dem Zentrum der Welt entfernte, als *Johannes Kepler* die nach ihm benannten Gesetze formulierte, als *Isaac Newton* die allgemeine Gravitation entdeckte.... die Reihe wäre noch lange fortzusetzen — da waren ökonomische Gesichtspunkte sicher die allerletzten, welche diese Männer in ihrem Kampfe gegen überlieferte Anschauungen und gegen überragende Autoritäten stählten. Nein — es war ihr felsenfester, sei es auf künstlerischer, sei es auf religiöser Basis

¹⁾ Ich setze in diesem Aufsatz voraus, daß der Leser mit den Machschen Anschauungen wenigstens oberflächlich bekannt ist. Ich kann das um so eher, als der in dieser Zeitschrift erschienene ausgezeichnete Nachruf auf *Mach* von *Felix Auerbach* eine solche Orientierung ermöglichte.

²⁾ *M. Planck*, Die Einheit des physikalischen Weltbildes, Leipzig, 1909.

¹⁾ *E. Study*, Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raume, Braunschweig, 1914.

²⁾ *E. Mach*, Die Geschichte und Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit, Prag, 1872, Neudruck Leipzig, 1909.

³⁾ l. c. Seite 36.

ruhender Glaube an die Realität ihres Weltbildes. Angesichts dieser doch gewiß unanfechtbaren Tatsache läßt sich die Vermutung nicht von der Hand weisen, daß, falls das Machsche Prinzip der Ökonomie wirklich einmal in den Mittelpunkt der Erkenntnistheorie gerückt werden sollte, die Gedankengänge solcher führenden Geister gestört, der Flug ihrer Phantasie gelähmt und dadurch vielleicht der Fortschritt der Wissenschaft in verhängnisvoller Weise gehemmt werden würde.“

Daß diese Befürchtungen in dieser Allgemeinheit nicht begründet sind, kann man leicht sehen, wenn man sich die Ansichten eines der größten theoretischen Physiker des 19. Jahrhunderts, *J. Cl. Maxwells*¹⁾, über das Wesen der physikalischen Theorien ins Gedächtnis ruft. Man braucht nur die Einleitung zu seiner Abhandlung über *Faradays* Kraftlinien aus dem Jahre 1855 zu lesen, um ihn völlig als Anhänger des phänomenalistischen Standpunktes zu finden, ohne daß man doch irgendwie von ihm behaupten könnte, daß dadurch der Flug seiner Phantasie gelähmt worden wäre. Ja im Gegenteil. Die Auffassung von dem relativen Unwert der Theorie gegenüber dem Phänomen verleiht dem Theoretisieren solcher Forscher etwas ganz besonders Freies und Phantasievollendes.

Ich will übrigens zugeben, daß die phänomenalistische Lehre jenen entgegenkommt, die eine mehr registrierende als konstruktive Tätigkeit in der Physik verfolgen. Mancher, der imstande ist, bestimmte, wenn auch sehr spezielle Phänomene reinlich zu beschreiben, mag sich durch diese Lehre erhaben dünken, über den phantasievollen schöpferischen Geist, dessen Gebäude ja doch nur Hirngespinnste sind und „dürre Blätter“. Ich glaube aber nicht, daß bei so veranlagten Naturen die Machsche Philosophie die Phantasie gelähmt hat, sondern daß eine von Natur lahme Phantasie sich die Machschen Lehren zu einem verhüllenden Prunkgewande zurechtschneidert. Es mögen vielleicht solche Erfahrungen sein, die *Planck* veranlaßt haben, am Schlusse seines schon zitierten Vortrages den Verkündern der phänomenalistischen Lehren die biblischen Worte entgegenzuschleudern: „An ihren Früchten sollt ihr sie erkennen.“

Über dieses Kriterium von den Früchten werde ich noch eingehender zu sprechen haben und will zunächst nur ein an dasselbe biblische Gleichnis anknüpfendes Wort von *P. Duhem*²⁾ über den Wert und Unwert physikalischer Theorien anführen. Dieser im vorigen Jahre verstorbene bedeutendste Vertreter der Machschen Ideenrichtung in Frankreich sagt: „Nach der Frucht beurteilt man den Baum; der Baum der Wissenschaft wächst außerordentlich langsam; Jahrhunderte verlaufen, ehe

man reife Früchte pflücken kann; heute ist es uns noch kaum möglich, den Kern jener Lehren herauszuschälen und abzuschätzen, die im XVII. Jahrhundert blühten. Derjenige, der sät, kann daher nicht beurteilen, was das Korn wert ist, er muß in die Fruchtbarkeit der Saat Vertrauen setzen, damit er unermüdlich, ohne Ermattung der erwählten Furche folgen kann, wenn er seine Ideen den vier Winden des Himmels hinwirft.“

Diese Bemerkung des größten und genauesten Kenners der Geschichte der Physik antwortet vielleicht auch schon auf die von *Planck*¹⁾ ausgesprochene Meinung, „daß schon unser gegenwärtiges Weltbild, obwohl es je nach der Individualität des Forschers noch in den verschiedensten Farben schillert, dennoch gewisse Züge enthält, welche durch keine Revolution, weder in der Natur noch im menschlichen Geiste, je mehr verwischt werden können.“ Diese bleibenden Züge kommen nach *Mach* eben daher, daß alle möglichen Theorien denselben Zusammenhang zwischen den Phänomenen wiedergeben müssen; das verbürgt schon eine gewisse Konstanz. Die bekannten Verknüpfungen zwischen den Erscheinungen stellen ein Netz dar; die Theorie sucht durch die Knoten und Fäden dieses Netzes eine stetige Fläche zu legen. Die Fläche ist natürlich durch das Netz um so mehr bestimmt, je engheriger das Netz wird, so daß bei fortschreitender Erfahrung die Fläche immer kleineren Spielraum bekommt, ohne doch je durch das Netz eindeutig bestimmt zu werden.

Da die Machschen Grundsätze in der Physik zu nichts Gutem führen, ist es nach *Planck* und *Study* für die Physik ein Glück, daß sie von ihren Anhängern nie durchgeführt werden, wenn das auch für die Grundsätze selbst ein betrübendes Zeichen ist. So sagt *Study*²⁾ vom Positivismus, wie er die Machsche Lehre nennt: „Wir halten dieses Prinzip für eine vollkommene Utopie. Seine ganze Existenzmöglichkeit beruht darauf, daß es von seinen eigenen Bekennern auf jedem Schritt verleugnet wird. Noch nie ist überhaupt ein ernsthafter Versuch zu seiner Durchführung gemacht worden.“ „Wir³⁾ haben es mit einer prinzipiellen Frage zu tun und müssen daher unterscheiden zwischen der Theorie des Positivismus und der Praxis der zu ihrem Glück durchweg inkonsequenten Positivist.“ Ähnlich sagt *Planck*⁴⁾: „Wir gelangen dann zu einer mehr realistischen Ausdrucksweise,.... die ja auch tatsächlich von den Physikern stets angewendet wird, wenn sie in der Sprache ihrer Wissenschaft reden.“

Und mit beißendem Spott sagt *Study*⁵⁾: „In zahlreichen Fällen werden so die beim offiziellen Empfang schnöde verleugneten Hypothesen (warum nicht auch die Atomistik?) unter anderen Namen und durch eine eigens dazu angebrachte

¹⁾ *J. Cl. Maxwell*, über *Faradays* Kraftlinien, herausgegeben von *L. Boltzmann* in *Östwalds Klassikern der ex. Wiss.* Nr. 69.

²⁾ *P. Duhem*, *Die Wandlungen der Mechanik*, Deutsch von *Ph. Frank* und *E. Stiasny*, Leipzig, 1912.

¹⁾ l. c. Seite 35.

²⁾ l. c. Seite 36.

³⁾ *Study* l. c. Seite 41.

⁴⁾ l. c. Seite 37.

⁵⁾ l. c. Seite 37.

Hinterpforte doch noch in das Heiligtum der Wissenschaft eingelassen. Solcher Namen und entsprechender Motivierungen gibt es nicht wenige. Ziemlich mühelos hat der Verfasser ihrer ein volles Dutzend zusammengebracht: Vollständigste und einfachste Beschreibung (*Kirchhoff*) . . . Subjektive Forschungsmittel, Forderung der Denkbarekeit der Tatsachen, Einschränkung der Möglichkeiten, Einschränkung der Erwartung, Ergebnis der analytischen Untersuchung, Ökonomie des Denkens, biologischer Vorteil (diese alle bei *E. Mach*).“

Ebenso spöttisch bemerkt *Planck*¹⁾: „Es würde mich gar nicht wundern, wenn ein Mitglied der Machschen Schule eines Tages mit der großen Entdeckung herauskäme, daß . . . die Realität der Atome gerade eine Forderung der wissenschaftlichen Ökonomie ist.“

Auch andere Autoren weisen auf den klaffenden Gegensatz hin, der bei den Verehrern *Machs* zwischen Theorie und Praxis besteht. Es wird eine eigene Theorie vom Wesen der physikalischen Theorien aufgestellt, und sobald die Physik wirklich beginnt, benimmt sich der Positivist meist wie jeder andere Physiker. Ein Anhänger *Machs* ist fähig zu proklamieren, die Physik habe sich nur mit der Verknüpfung der Sinnesempfindungen zu beschäftigen, und der Verkünder dieser Lehre redet als Physiker genau so wie ein anderer von Materie und Energie, ja auch von Atomen und Elektronen.

Ich glaube nun, daß gerade dieser anscheinend so handgreifliche Widersinn zum Verständnis des bleibenden Kernes der Machschen Lehre führen kann. Hören wir noch einmal *Study*²⁾: „Die ganze Situation erinnert auffallend an den Vorschlag *Kroneckers*, die Irrationalzahlen abzuschaffen und die Mathematik auf Aussagen über ganze Zahlen zu reduzieren; auch in diesem Fall ist es bei dem Programm geblieben, und aus demselben guten Grunde.“ Die Analogie ist, wie ich glaube, sehr zutreffend. Nur möchte ich ihr eine andere Deutung geben als *Study*. Es ist selbstverständlich zwecklos, alle Sätze der Mathematik wirklich als Sätze über ganze Zahlen auszusprechen. Aber prinzipiell ist es doch ungemein aufklärend, wenn man weiß, daß alle Sätze über Irrationalzahlen und daher auch alle Sätze über Grenzwerte als Sätze über ganze Zahlen ausgesprochen werden können. Wenn diese Möglichkeit einmal konstatiert ist, kann sich die ganze Analysis ruhig wie gewöhnlich abwickeln. Aber es kann nicht mehr geschehen, daß, sobald etwa ein Satz über Differentialquotienten aufgestellt ist, jemand an ihm herumzudeuteln beginnt, indem er untersucht, ob denn dieser Satz mit dem „Wesen“ des Differentials im Einklang ist und tiefsinnig-skeptische Betrachtungen über dieses

„Wesen“ anstellt. Man sagt ihm dann einfach: Ich könnte diesen Satz, wenn ich mir genug Zeit nehme, als Satz über ganze Zahlen aussprechen und das Wesen dieses Satzes ist nicht mehr und nicht weniger geheimnisvoll als das der natürlichen Zahlen.

Ganz ähnlich steht es mit der physikalischen Erkenntnistheorie *Machs*. Es kommt nicht darauf an, wirklich alle physikalischen Sätze als Sätze über die Verknüpfung von Sinnesempfindungen auszusprechen; aber es ist wichtig festzustellen, daß nur solche Sätze einen realen Sinn haben, die im Prinzip als Sätze über den Zusammenhang unserer Sinnesempfindungen ausgesprochen werden können. Den Satz von der Erhaltung der Energie oder den Satz von der Verteilung der Energie über alle Freiheitsgrade als Sätze über Verknüpfung von Sinnesempfindungen auszusprechen, ist ebenso umständlich, aber auch ebenso überflüssig, wie etwa den Satz, daß der Differentialquotient des Sinus der Kosinus ist, als Satz über ganze Zahlen auszudrücken, obwohl beides sicher im Prinzip möglich ist.

Für den inneren Betrieb der Physik ist es natürlich in den meisten Fällen ziemlich gleichgültig, ob man auf dem Machschen Standpunkt steht oder nicht. Ebenso wird man auch in *Kroneckers* Vorlesungen über Integralrechnung nichts finden, was von der Darstellung anderer Mathematiker wesentlich abweicht.

Worin besteht also dann der Wert der Machschen Lehren für die Physik?

Da ist nun meine Ansicht die, daß ihr Hauptwert gar nicht darin besteht, daß sie dem Physiker bei seinen physikalischen Arbeiten vorwärts helfen, sondern daß sie ein Mittel bilden, das Gebäude der Physik gegen von außen kommende Angriffe zu verteidigen.

Wer unbefangen die Begriffe prüft, die heute die Grundlagen des Hypothesensystems der Physik bilden, wird kaum ernstlich behaupten können, daß das Atom, das Elektron oder gar das Wirkungsquantum wirklich befriedigende letzte Bausteine bilden. Jeder ein wenig zu logischer Gründlichkeit neigende Denker wird Unklarheiten in diesen Begriffen aufdecken können. In diese Unklarheiten kann nun die bohrende Skepsis eindringen und das ganze Lehrgebäude der Physik als Grundlage unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes zu erschüttern suchen. Da setzt nun *Mach* ein und sagt: Alle diese Begriffe sind nur Hilfsbegriffe. Das Bleibende ist der Zusammenhang der Phänomene. Die Atome, Elektronen und Quanten sind nur Zwischenglieder, um ein zusammenhängendes Lehrgebäude herzustellen; sie ermöglichen es, das unermeßliche System der verknüpften Phänomene logisch aus wenigen abstrakten Sätzen herzuleiten. Aber diese abstrakten Sätze sind dann nichts als die Hilfsmittel zur ökonomischen Darstellung, nicht die erkenntnistheoretische Grundlage. Die Realität der Physik wird also durch die Kritik an den Hilfsbegriffen

¹⁾ *M. Planck*, Zur Machschen Theorie der physikalischen Erkenntnis, Vierteljahrsschr. für wissensch. Philosophie, Bd. 34, S. 497 (1911).

²⁾ *Study* I. c. S. 39.

niemals erschüttert. Die Arbeit *Machs* ist also nicht, wie es oft dargestellt wird, eine wesentlich destruktive; der Positivismus ist nicht, was ihn *Study* nennt, ein „Negativismus“, sondern im Gegenteil der Versuch, der Physik eine unangreifbare Position zu verschaffen. Das erkennt eigentlich auch *Planck* an, wenn er sagt¹⁾: „Ihm (dem Machschen Positivismus) gebührt in vollem Maße das Verdienst, angesichts der drohenden Skepsis den einzig legitimen Ausgangspunkt aller Naturforschung in den Sinnesempfindungen wiedergefunden zu haben.“

Daß *Planck* die Machsche Auffassung so scharf verurteilt, scheint mir daher zu kommen, daß er sie nur vom intern-physikalischen Standpunkt betrachtet.

Man muß allerdings sagen, daß auch von diesem Standpunkte aus gesehen die phänomenalistische Auffassung schon einiges geleistet hat und vielleicht noch einiges zu leisten imstande ist. In den Grenzgebieten der Physik, wo allgemeine Begriffe wie Zeit, Raum und Bewegung hineinspielen, ist es nicht mehr ganz gleichgültig, welche erkenntnistheoretische Stellung man einnimmt. Es ist ja heute allgemein bekannt, daß die Einsteinsche allgemeine Relativitäts- und Gravitationstheorie ganz unmittelbar aus der positivistischen Raum- und Bewegungslehre erwachsen ist, was *Einstein*²⁾ selbst in seinem Nachruf auf *Mach* eingehend dargelegt hat.

Im großen und ganzen aber will ich *Planck* und *Study* gerne zugeben, daß der Positivismus für die Erledigung von Einzelfragen der Physik selbst nicht viel leistet, woraus aber seine allgemeine Wertlosigkeit noch nicht folgt. Die „Früchte“ der Machschen Lehre sind eben nicht rein physikalische. Wenn man bedenkt, wie in den letzten Jahren versucht worden ist, die Kritik an den physikalischen Grundbegriffen zu einer Bankrotterklärung der naturwissenschaftlichen Weltanschauung überhaupt auszunützen, so wird man das Bestreben *Machs*, die Physik unabhängig von jeder metaphysischen Ansicht zu machen, als wertvoll einschätzen müssen.

*H. Poincaré*³⁾ sagt: „Beim ersten Blick scheint es uns, daß die Theorien nur einen Tag dauern, und daß sich Ruinen auf Ruinen häufen Wenn man aber genauer zusieht, so erkennt man, daß das, was verfällt, solche Theorien sind, die beanspruchen, uns zu lehren, was die Dinge sind. Aber es gibt etwas in ihnen, was fortbesteht. Wenn eine von ihnen uns eine wahre *Beziehung* enthüllt hat, so ist diese *Beziehung* endgültig gewonnen, und man findet sie unter einer neuen Hülle in den anderen Theorien wieder, die in der Folge an ihrer Stelle herrschen werden.“ Und in ganz entschiedener Weise betont der französische

Philosoph *Abel Rey*⁴⁾ die Wichtigkeit der Rettung des physikalischen Ideengebäudes für das gesamte geistige Leben. Er sagt:

„Wenn diese Wissenschaften, welche in der Geschichte wesentlich emanzipatorisch gewirkt haben, in einer Krise untergehen, die ihnen nur die Bedeutung technisch nützlicher Sammlungen läßt, ihnen aber jeden Wert in Beziehung auf die Naturerkenntnis benimmt, so muß dies in der logischen Kunst einen völligen Umsturz bewirken. Die Emanzipation des Geistes, wie wir sie der Physik verdanken, ist ein höchst verderblicher Irrtum. Man muß einen anderen Weg einschlagen und einer subjektiven Intuition, einem mystischen Wirklichkeitssinn, kurz dem Mysterium alles zurückerraten, was man ihm entrissen zu haben glaubte. Wenn es sich im Gegenteil zeigt, daß nichts dazu berechtigt, diese Krisis als notwendig und unheilbar anzusehen, dann bleibt die rationale und positive Methode die oberste Erzieherin des menschlichen Geistes.“

Hier ist sehr deutlich auseinandergesetzt, welche Gefahren eine Physik für die ganze Weltanschauung bedeuten würde, die keine anderen erkenntnistheoretischen Fundamente hätte als jene der Kritik so ausgesetzten Hilfsbegriffe.

Wer noch daran zweifelt, daß *Mach* selbst den eigentlichen Wert seiner Theorien darin gesehen hat, daß sie es gestatten, eine möglichst widerspruchsfreie Verbindung zwischen der Physik einerseits und der Physiologie und Psychologie andererseits herzustellen, braucht nur die allgemeinen Abschnitte der „Analyse der Empfindungen“ zu lesen. Hier wird immer wieder betont, daß man sich bemühen müsse, die Physik mit solchen Begriffen zu bearbeiten, die man nicht beim Übergang zu einem Nachbargebiet sofort wieder aufgeben muß.

Aus diesem Streben *Machs*, nur Begriffe zu verwenden, die auch außerhalb der Physik ihre Brauchbarkeit nicht verlieren, ist seine Stellung gegen die Atomistik zu verstehen, die ihm von vielen Physikern besonders übel genommen wird. Die Atomistik führt ja, auf physiologisch-psychologische Probleme angewendet, leicht in eine Sackgasse. Es tauchen Fragen auf wie: Wieso kann ein Gehirnatom denken?, Wieso kann ein Atom Grün empfinden, da es doch eigentlich selbst wieder nur ein Miniaturbild eines makroskopischen, aus Empfindungen zusammengesetzten Körpers ist?

Ich will aber durchaus nicht leugnen, daß *Mach* sich dadurch auch verleiten ließ, die Anwendung der Atomistik in der Physik schärfer zu bekämpfen, als sich rechtfertigen läßt. Denn der Nutzen der Atomtheorien auf diesem beschränkten Gebiet ist wohl unbestreitbar. Seine Anhänger haben nun, wie das schon zu gehen pflegt, oft in dieser Schwäche des Meisters seine Hauptstärke gesehen

¹⁾ Einheit des physikal. Weltbildes, S. 34.

²⁾ Physikalische Zeitschrift, Bd. 17, 1916.

³⁾ *H. Poincaré*, Der Wert der Wissenschaft, deutsch von E. und H. Weber, 2. Aufl., Leipzig, 1910, S. 202.

⁴⁾ *Abel Rey*, Die Theorie der Physik bei den modernen Physikern, deutsch von Rudolf Eisler, Leipzig, 1908, S. 18 f.

und die Atome aus der Physik ganz verbannen wollen. Ich glaube, daß man den Kern der Machschen Lehre von dieser mehr historisch und individuell bedingten Abneigung gegen die Atomistik ganz loslösen kann. Die Atome sind eben Hilfsbegriffe wie andere, die in einem begrenzten Kreise mit Vorteil angewendet werden können. Als erkenntnistheoretische Grundlage eignen sie sich nicht. Hat man sich einmal diese Ansicht gebildet, so ist man in der Anwendung der Atome, wo sie zulässig ist, um so freier. Ich glaube, daß gegen den so herausgeschälten Kern auch *Planck* nicht mehr so viel einwenden würde. Es ist dann auch gar nicht mehr so sonderbar, wenn man die Atome, wenn auch nicht deren Realität, für eine Forderung der Ökonomie erklärt. Sie können das einfachste Mittel zur Darstellung der physikalischen Gesetze sein, ohne sich darum zur erkenntnistheoretischen Grundlegung zu eignen.

Im allgemeinen wird also der Phänomenalismus den Physiker in seinem Fach weder besonders fördern noch hindern. So hat *Maxwell*, der wohl rein positivistisch dachte, die grundlegenden Arbeiten über die Molekulartheorie der Gase geschrieben. Eine Gefahr wird die phänomenalistische Auffassung nur dort, wo die Forderung der Ökonomie nicht mit gleicher Intensität erfaßt wird. Das geschichtlich bemerkenswerteste Beispiel dafür ist wohl *Goethes* Farbenlehre. Man darf allerdings, wenn man eine so starke Individualität beurteilen will, nicht vergessen, daß, wie *A. Stöhr*¹⁾ sehr richtig hervorhebt, die Forderung der Ökonomie je nach der Individualität etwas ganz anderes bedeutet. Für den einen bedeutet sie ein Minimum an Hypothesen, für den anderen etwa ein Minimum an Energiearten. Das erstere gilt für den extremen Phänomenalisten *Goethe*, das letztere für den reinen Mechanisten. Es ist vielleicht noch lehrreich, als Gegenstück hierzu an einen theoretischen Physiker zu erinnern, der als unmittelbarer Schüler *Machs* es versucht hat, wirklich ein Gebäude der Physik und Chemie zu errichten, in dem keinerlei hypothetische Korpuskeln, seien es Atome oder Elektronen, auftreten, und das doch alle bis heute bekannten Phänomene umfaßt. Man kann nicht leugnen, daß *Gustav Jaumann* in zahlreichen Arbeiten²⁾ mit starker konstruktiver Kraft diese Aufgabe unternommen hat. Ich glaube aber nicht, daß das Ergebnis wirklich im Geiste der Machschen Lehre ausgefallen ist. Es entspricht wohl der äußerlichen Forderung, daß alle Atomistik wegbleiben soll, aber der Forderung der Ökonomie entspricht es kaum. Es wird eine große Zahl von Konstanten verwendet, über welche die Theorie gar nichts aus-

sagt. Das *Jaumannsche* System ermöglicht uns also nur in sehr eingeschränktem Maße, die Phänomene aus einer kleinen Zahl von Hypothesen auch dem numerischen Werte nach abzuleiten. Für die Unabhängigkeit der physikalischen Forschung von der erkenntnistheoretischen Grundlage kann man wohl auch noch anführen, daß der energischste Versuch zur Widerlegung der korpuskularen Theorie der Elektrizität, der von *F. Ehrenhaft*, keinerlei Zusammenhang mit philosophischen Lehrmeinungen irgendwelcher Art besitzt.

Ich glaube nun, meine Ansicht über die Bedeutung *Machs* einigermaßen klar gemacht zu haben. Um aber seine Stellung im Geistesleben unserer Zeit völlig zu übersehen, müssen wir einen noch mehr abseits gelegenen Standpunkt aufsuchen, um einen besseren Überblick zu gewinnen.

Wenn wir das bedeutendste Werk *Machs*, seine *Mechanik*, lesen, so werden wir finden, daß er uns in keinem Abschnitt einen so tiefen Einblick in seine innersten Gedanken und geistigen Neigungen tun läßt, wie in dem wundervollen Kapitel über „theologische, animistische und mystische Gesichtspunkte in der Mechanik“. Es weht ein Wind von erfrischender Kühle aus diesen Sätzen. Was sonst meist mit leidenschaftlichem Poltern, oft mit leiser Ankündigung einer kleinen Ketzerverbrennung für den Gegner, behandelt wird, sehen wir hier in echt wissenschaftlichem Geiste durchgesprochen. Und doch zittert durch das Ganze ein Unterton von verhaltener Erregung. Es tritt einem jener von der eigenen Nüchternheit trunkene Zustand entgegen, den man dem Zeitalter der Aufklärung nachgesagt hat. Und *Mach* erblickt auch wirklich in diesem Zeitalter seine geistige Heimat. In dem genannten Kapitel heißt es: „Erst in der Literatur des 18. Jahrhunderts scheint die Aufklärung einen breiteren Boden zu gewinnen. Humanistische, philosophische, historische und Naturwissenschaften berühren sich da und ermutigen sich gegenseitig zu freierem Denken. Jeder, der diesen Aufschwung und diese Befreiung auch nur zum Teil durch die Literatur miterlebt hat, wird lebenslänglich ein elegisches Heimweh empfinden nach dem 18. Jahrhundert.“

Die persönlichen Bekannten *Machs* wissen auch, daß er ein eifriger Bewunderer und Leser der Schriften *Voltaires* gewesen ist und von einem seiner ehemaligen Assistenten¹⁾ wurde mir mitgeteilt, daß *Mach* die Angriffe *Lessings* gegen *Voltaire* auf das entschiedenste mißbilligt hat. Es ist ja auch bekannt, daß der Mann, von dem *Mach* erzählt, daß er lange Zeit der einzige war, mit dem er, ohne Anstoß zu erregen, von seinen physikalisch-erkenntnistheoretischen Ansichten sprechen konnte; daß *Josef Popper* ein ganzes Buch geschrieben hat, das der Verteidigung, ja der Verherrlichung *Voltaires* gewidmet ist.

1) Prof. Dr. Georg Pick.

1) *A. Stöhr*, Philosophie der unbelebten Materie, Leipzig, 1907, S. 16 ff.

2) *G. Jaumann*, Geschlossenes System physikalischer und chemischer Differentialgesetze, Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften, math.-naturwiss. Klasse, Abt. IIa (1911), und viele andere Arbeiten in denselben Berichten.

Ich glaube nun, daß *Mach* bei dieser Vorliebe von einer sehr richtigen Selbsteinschätzung geleitet war, und daß man die Rolle, die *Mach* als Philosoph im geistigen Leben der Gegenwart spielt, nur richtig verstehen kann, wenn man seine Lehren auffaßt als die unserem Zeitalter angemessene Aufklärungsphilosophie.

Da diese Auffassung leicht Mißverständnissen ausgesetzt ist, muß ich sie noch näher begründen und ausführen. Zunächst hat das Wort Aufklärung eine so üble Nebenbedeutung bekommen, daß vielleicht mancher in dieser Bezeichnung sogar eine Herabwürdigung *Machs* sehen wird. Wir müssen uns daher etwas über das Wesen der Aufklärung und die Gründe ihrer späteren Mißachtung klar zu werden suchen.

Die erste Periode der Aufklärung in der Neuzeit beginnt mit dem Sturze des ptolemäischen Weltsystems. *Copernicus* sucht noch sein System mit den Begriffen der aristotelisch-scholastischen Philosophie darzustellen. Wenn wir aber den Dialog *Galileis* über die beiden Weltssysteme aufschlagen, klingt uns ein ganz anderer Ton entgegen. Es werden die Grundbegriffe der aristotelischen Physik hergenommen und zerfasert. Bei *Aristoteles* und seiner Schule wurden Begriffe wie leicht und schwer, oben und unten, natürliche und gewaltsame Bewegung, die nur für einen ganz beschränkten Erfahrungsbereich brauchbar waren, zu Grundlagen der ganzen theoretischen Naturlehre gemacht. *Galilei* zeigt nun, daß es gerade dieser Gebrauch von Begriffen über ihren natürlichen Geltungsbereich hinaus ins Ungemessene ist, der die Aristoteliker an der Anerkennung der modernen Physik hindert. Ich will damit nicht die aristotelische Physik herabsetzen, die für ihre Zeit eine ganz hervorragende Leistung war; es liegt mir nur daran, zu zeigen, daß das Aufklärende in *Galileis* Schriften gerade darin bestand, daß er dem Mißbrauch der Hilfsbegriffe eine Grenze zog. Und dieser Protest gegen den Mißbrauch von bloßen Hilfsbegriffen zu allgemeinen philosophischen Beweisen ist es, den ich für ein wesentliches Kennzeichen der Aufklärung überhaupt halte. Jede Epoche der Physik hat ihre Hilfsbegriffe und jede folgende mißbraucht sie; und in jeder braucht es daher einer neuen Aufklärung, um diesem Mißbrauch entgegenzutreten. Wenn *Newton* und seine Zeitgenossen den Begriff des absoluten Raumes und der absoluten Zeit zu Grundlagen der Mechanik machten, so konnten sie ein großes Gebiet damit treffend und widerspruchsfrei darstellen. Daraus folgt aber noch lange nicht, daß diese Begriffe auch eine erkenntnistheoretisch befriedigende Grundlage der Mechanik bilden. Wenn *Mach* die Grundlagen der Newtonschen Mechanik kritisiert und den absoluten Raum daraus zu entfernen sucht, ist er der direkte Fortsetzer der Wirksamkeit *Galileis*. Denn im absoluten Raum lebt noch ein Rest der aristotelischen Physik. Und wenn *Einstein* an *Mach*

anknüpft und nun wirklich in seiner allgemeinen Relativitätstheorie ein Gebäude der Mechanik errichtet, in dem Raum und Zeit eigentlich gar nicht mehr vorkommen, sondern nur die Koinzidenz von Phänomenen, so ist damit die von *Mach* verlangte Elimination der nur in beschränktem Bereiche wertvollen Hilfsbegriffe Raum und Zeit nun wirklich vollzogen. Wir können so in *Einstein* den Ersten sehen, der eine völlig vom Aristotelismus freie Physik begründet hat.

Einen Kampf gegen den Mißbrauch von Hilfsbegriffen sehe ich auch im eigentlichen Zeitalter der Aufklärung. Wenn man von der politischen und sozialen Seite absieht, so wendet sich rein theoretisch betrachtet die Kritik dagegen, daß die theologischen Begriffe, die zur Bearbeitung gewisser seelischer Erlebnisse der Menschen gebildet worden waren, das ganze Mittelalter hindurch und auch noch im Anfange der Neuzeit zu Grundlagen jeder Wissenschaft gemacht wurden. Diese Begriffe mögen das Hoffen und Glauben ringender Menschenseelen noch so treffend wiedergeben, so sind sie doch nur auf dieses Gebiet beschränkte Hilfsbegriffe und nicht geeignet, die erkenntnistheoretischen Fundamente der Naturerkenntnis zu sein. Mit großer Energie drang damals diese kritische Anschauung durch und heute stehen selbst die meisten Theologen schon auf dem Standpunkt, daß die Bibel kein naturwissenschaftliches Lehrbuch ist, ja viele protestantische Theologen lehren noch weitergehend ganz im Sinne der Aufklärung, daß alle theologischen Wahrheiten nur Sätze über innere Erlebnisse sind.

Aber auch die Naturlehre der Aufklärung bedurfte zu ihrem Aufbau der Hilfsbegriffe. So begannen die Begriffe Materie und Atom eine ausschlaggebende Rolle zu spielen. Und sofort wurden auch diese Hilfsbegriffe auf alles in der Welt angewendet; es entstand der sogenannte Materialismus. Man vergaß, daß auch die Materie nur ein Hilfsbegriff war und begann sie für das Wesen der Welt zu halten. Bald setzte auch die Kritik dagegen ein, und während sonst die Kritik gegenüber dem Mißbrauch der Hilfsbegriffe nur dem wissenschaftlichen Fortschritt diente, hatte sie hier noch eine Nebenwirkung. Da die Gedanken des Aufklärungszeitalters vielfach den herrschenden äußeren Gewalten nicht angenehm waren, wurde die Kritik an den Mißbräuchen der Aufklärung benützt, um die Aufklärung selbst zu diskreditieren. Weil die Aufklärer selbst Hilfsbegriffe mißbrauchten, sagte man ihnen nach, daß ihr Protest gegen die theologische Weltanschauung unberechtigt war. Das ist natürlich logisch ganz unhaltbar, denn in Wirklichkeit war eben ihre Kritik nur nicht weit genug gegangen. Wie es aber schon zu gehen pflegt, finden sich immer viele Denker, die so organisiert sind, daß ihr eigenes Denken doch schließlich zu dem von den äußeren Mächten verlangten Ergebnis gelangt. Man suchte die Aufklärung durch Skepsis zu

widerlegen. Sehr treffend sagt *Nietzsche*¹⁾ über die Teilnahme einiger Philosophen an diesem Werke:

„Der Philosoph gegen den Rivalen, z. B. die Wissenschaft: da wird er Skeptiker; da behält er sich eine Form der Erkenntnis vor, die er dem wissenschaftlichen Menschen abstreitet; da geht er mit dem Priester Hand in Hand, um nicht den Verdacht des Atheismus, Materialismus zu erregen; er betrachtet einen Angriff auf sich als einen Angriff auf die Moral, die Tugend, die Religion, die Ordnung, — er weiß seine Gegner als ‚Verführer‘ und ‚Untermnierer‘ in Verruf zu bringen; da geht er mit der Macht Hand in Hand.“

In Wirklichkeit wurde aber an der Aufklärung nur das widerlegt, was an ihr nicht Aufklärung war. Trotzdem hat durch das Gewicht der äußeren Umstände diese Herabsetzung der großen Leistungen des 18. Jahrhunderts großen Einfluß gewonnen. Es gibt vielleicht keinen unter uns, in dem nicht durch den Schulunterricht von Jugend auf ein Vorurteil gegen die Aufklärung steckt.

Ich gebe natürlich gerne zu, daß die großen Geister der Aufklärung, ein *Voltaire*, ein *d'Alembert* usw. von zahlreichen flachen Schriftstellern nachgeahmt wurden, die deren Kritik immer mehr verwässerten und bis zur unerträglichen Banalität breitraten, schließlich sogar nur mehr Mißbrauch mit den neuen Hilfsbegriffen trieben. Ich gebe auch gerne zu, daß diese Verflachung zum Wesen der Aufklärung gehört; wenn einmal der Mißbrauch der alten Hilfsbegriffe aufgedeckt ist, bleibt nicht mehr viel Originelles zu sagen übrig; die Versuchung zu öder Trivialität liegt sehr nahe, und die Zahl derer, die ihr zum Opfer fallen, ist groß. Alles das beweist natürlich gegen den Wert der Aufklärungsphilosophie selbst gar nichts.

Wenn man sich einmal von der üblichen Verketterung freigemacht hat, wird man sagen: die Aufgabe unseres Zeitalters ist es nicht, die Aufklärung des 18. Jahrhunderts zu bekämpfen, sondern ihr Werk fortzusetzen. Seit dieser Zeit ist wieder so viel übertriebene Anwendung von in beschränktem Bereiche brauchbaren ganz neuen Hilfsbegriffen vorgefallen, daß es reichliche neue Arbeit gibt.

Und dieser Arbeit hat sich *Mach* gewidmet. Er bejaht die Aufklärung des 18. Jahrhunderts begeistert; das bedeutet aber nicht, daß er die Hilfsbegriffe des 18. Jahrhunderts wie der Materialismus zu vergöttern beginnt, sondern in ihm lebte der *Geist* jener großen Männer, es trieb ihn dazu, so wie jene die Hilfsbegriffe ihrer Zeit bekämpft hatten, selbst gegen die mißbrauchten Hilfsbegriffe seiner Zeit Protest zu erheben, wobei sich ergab, daß darunter gerade viele Lieb-

lingsbegriffe der Aufklärung des 18. Jahrhunderts waren.

Das meine ich, wenn ich *Mach* den Vertreter der Aufklärungsphilosophie unseres Zeitalters nenne. Da seine Jugend noch in die Zeit des Materialismus fiel, ist es kein Wunder, daß so viele seiner Arbeiten der Bekämpfung der mechanistischen Physik und der Atomistik galten.

Wenn man diese Stellung *Machs* als Aufklärungsphilosoph festhält, wird man viele Züge seiner Lehre und viele ihrer Wirkungen leichter verstehen. Vor allem ihren stark suggestiven Einfluß, man möchte sagen ihre Virulenz, die trotz mancher geringschätziger Urteile von Fachphilosophen sich Beachtung erzwingt. *Study*¹⁾ nennt den Machschen Positivismus „eine noch völlig ungesättigte Existenz, eine Art von beutehungrigem philosophischen Raubtier.“ Wie bei den Philosophen der Aufklärung zeigt sich auch bei *Mach*, daß die Anhänger und Fortsetzer eine über das gewöhnliche Maß hinausgehende Tendenz zur Verflachung aufweisen. Auch auf *Plancks* Kriterium von den Früchten gibt uns diese Auffassung eine Antwort: die Früchte der Machschen Lehren sind nicht die Schriften seiner physikalischen und philosophischen Anhänger, sondern die durch ihn bewirkte Aufklärung der Geister, die ja auch *Planck* anerkennt.

Ich will mit alledem nicht etwa bestreiten, daß *Mach* auch noch in anderer Weise Bedeutung hat, aber seine Stellung im allgemeinen Geistesleben unserer Zeit scheint mir so am besten erfaßt werden zu können.

In dieser Auffassung bestärkt mich auch noch die ganz auffallende Übereinstimmung seiner Ansichten mit denen eines Denkers, für den er kaum große Sympathie gehabt haben dürfte, mit *Friedrich Nietzsche*. Auf diese Übereinstimmung hat wohl zuerst *Kleinpeter*²⁾ hingewiesen und je mehr man sich besonders in die nachgelassenen Schriften *Nietzsches* vertieft, desto deutlicher tritt einem die Übereinstimmung gerade in den erkenntnistheoretischen Grundgedanken entgegen. Nun ist *Nietzsche* der andere große Aufklärungsphilosoph des ausgehenden 19. Jahrhunderts. Die Harmonie seiner erkenntnistheoretischen Anschauungen mit denen *Machs*, der doch einen ganz anderen Bildungsgang durchgemacht hat, ein ganz anderes Temperament und ganz andere ethische Ideale besaß, scheint mir ein gewisser Beleg dafür zu sein, daß solche Anschauungen sich den aufgeklärten Geistern jener Zeit aufgedrängt haben müssen.

Der große Sprachmeister *Nietzsche* hat nun diese Ideen außerordentlich kräftig und eindrucksvoll formuliert, so wenn er sagt³⁾: „Ich sehe mit Erstaunen, daß die Wissenschaft sich heute resigniert, auf die scheinbare Welt

¹⁾ *Study* I. c. S. 24.

²⁾ *H. Kleinpeter*, Der Phänomenalismus, Leipzig, 1913.

³⁾ *Nietzsche*, I. c. Nr. 289.

¹⁾ *Friedrich Nietzsche*, Nachgelassene Werke, Der Wille zur Macht, (Studien und Fragmente), Nr. 248 (aus *Nietzsches* Werken, Bd. XV, Leipzig, 1901).

angewiesen zu sein: eine wahre Welt — sie mag sein, wie sie will — jedenfalls haben wir kein Organ der Erkenntnis für sie. Hier dürfte man schon fragen: mit welchem Organ der Erkenntnis setzt man auch diesen Gegensatz nur an?.... Damit, daß eine Welt, die unseren Organen zugänglich ist, auch als abhängig von diesen Organen verstanden wird, damit, daß wir eine Welt als subjektiv bedingt verstehen, damit ist *nicht* ausgedrückt, daß eine objektive Welt überhaupt möglich ist. Wer wehrt uns zu denken, daß die Subjektivität real, essentiell ist? Das ‚An sich‘ ist sogar eine widersinnige Konzeption: eine ‚Beschaffenheit an sich‘ ist Unsinn: wir haben den Begriff ‚Sein‘, ‚Ding‘ immer nur als Relationsbegriff.... Das Schlimme ist, daß mit dem alten Gegensatz ‚scheinbar‘ und ‚wahr‘ sich das korrelative Werturteil fortgepflanzt hat: ‚geringer an Wert‘ und ‚absolut wertvoll‘...“

Und an einer anderen Stelle sagt Nietzsche¹⁾: „Daß die Dinge eine Beschaffenheit an sich haben, ganz abgesehen von der Interpretation und Subjektivität, ist eine ganz müßige Hypothese: es würde voraussetzen, daß das Interpretieren und Subjektsein nicht wesentlich sei, daß ein Ding aus allen Relationen losgelöst noch Ding sei.“

Am prägnantesten spricht Nietzsche²⁾ wohl die positivistische Weltauffassung in dem folgenden „zur Psychologie der Metaphysik“ benannten Aphorismus aus, wo mit schneidender Schärfe die Anwendung sehr häufig mißbrauchter Begriffe bekämpft wird: „Diese Welt ist scheinbar: *folglich* gibt es eine wahre Welt; — diese Welt ist bedingt: *folglich* gibt es eine unbedingte Welt; — diese Welt ist widerspruchsvoll: *folglich* gibt es eine widerspruchsfreie Welt; — diese Welt ist werdend: *folglich* gibt es eine seiende Welt; — lauter falsche Schlüsse: (blindes Vertrauen in die Vernunft: wenn A ist, so muß auch sein Gegensatzbegriff B sein).“

Es ist nicht zu leugnen, daß in der Aufklärungsphilosophie ein tragischer Zug steckt. Sie zertrümmert die alten Begriffsgebäude, aber indem sie ein neues errichtet, legt sie schon den Grund zu einem neuen Mißbrauch. Denn es gibt keine Theorie ohne Hilfsbegriffe und jeder Hilfsbegriff wird notwendig mit der Zeit mißbraucht. Der Fortschritt der Wissenschaft spielt sich in ewigem Ringen ab; die schöpferischen Kräfte müssen mit Notwendigkeit auch verderbliche Keime schaffen und die Aufklärung zertrümmert in dem Bewußtsein, selbst zur Zertrümmerung bestimmt zu sein. Und doch ist es dieser rastlose Geist der Aufklärung, der die Wissenschaft vor Verknöcherung in einer neuen Scholastik schützt. Wenn die Physik eine Kirche werden soll, ruft Mach aus, so will ich lieber kein Physiker heißen. Und in

paradoxe Zuspitzung vertritt Nietzsche³⁾ die Sache der Aufklärung gegen die selbstzufriedenen Besitzer einer dauernden Wahrheit: „Die Behauptung, daß die *Wahrheit da sei*, und daß es ein Ende habe mit der Unwissenheit und dem Irrtum, ist eine der größten Verführungen, die es gibt. Gesetzt, sie wird geglaubt, so ist damit der Wille zur Prüfung, Forschung, Vorsicht, Versuchung lahmgelegt: er kann selbst als frevelhaft, nämlich als Zweifel an der Wahrheit gelten.... Die ‚Wahrheit‘ ist folglich verhängnisvoller als der Irrtum und die Unwissenheit, weil sie die Kräfte unterbindet, mit denen an Aufklärung und Erkenntnis gearbeitet wird.“

Von diesen Kräften aber war um die Jahrhundertwende Mach eine der gewaltigsten.

Periodische Erscheinungen beim Blühen tropischer Gewächse.

Prof. Dr. F. A. F. C. Went, Utrecht.

Wenn im Frühling unsere Obstbäume mit ihren Blüten prangen, hat wohl mancher sich abgefragt, woher diese Pracht zu ganz bestimmter Zeit? Jedermann weiß ja, daß man die verschiedenen Bäume und Sträucher zu ihrer Zeit blühend finden kann, zuerst den Haselstrauch, später die Weiden, die Ulmen und so in ununterbrochener Folge, bis die Linden unter unsern einheimischen Bäumen die Reihe schließen. Die Lehre der Phänologie gründet ihre Rechte ja eben auf diese wohlbekannten Tatsachen. Es war auch selbstverständlich, daß man schon seit alten Zeiten diese fest bestimmte Blütezeit durch unser periodisch wechselndes Klima zu erklären suchte. Dabei wurde in erster Instanz an die Temperatur gedacht und es wurden selbst sogenannte Temperatursummen bestimmt, welche für das Aufblühen der verschiedenen Bäume charakteristisch sein würden.

Schon Sachs hat auf das Absurde dieser Bemühungen hingewiesen, und eigentlich verurteilt diese ganze Methode sich selbst, indem es sich herausgestellt hat, daß für das Aufblühen nicht die Temperatur allein bestimmend ist. Bekanntlich kann man ja allerlei Zweige, wenn man sie im Februar oder März ins Gewächshaus bringt, durch die höhere Temperatur zum Blühen bringen, während dies nicht gelingt, wenn man dieselbe Manipulation im November oder Dezember ausführt. Ebenfalls ist bekannt, daß man auf diese Ruheperiode Einfluß ausüben kann durch verschiedene Verfahren, z. B. durch Äther (Johannsen) oder durch warmes Wasser (Molisch) usw. Das Frühlreiben des Flieders beruht ja auf dieser Behandlungsweise.

Es fragte sich nun, ob die Periodizität des Blühens unserer Bäume ausschließlich erklärt werden konnte durch unser periodisches Klima.

¹⁾ l. c. Nr. 291.

²⁾ l. c. Nr. 287.

³⁾ l. c. Nr. 252.

Die Frage mußte aber allgemeiner gefaßt werden, indem nicht allein das Austreiben der Blütenknospen, sondern auch dasjenige der Blattknospen, der Blattfall, die Jahresringbildung, und überhaupt alles mögliche Periodische der Pflanze hinzugezogen wurde. Bekanntlich hat in den letzten Jahren besonders *Klebs* sich bemüht, zu zeigen, daß diese innere Periodizität den Pflanzen abgeht, daß alles Periodische, was bei Pflanzen beobachtet wird, ihre Erklärung finden kann in dem periodischen Wechsel der verschiedenen äußeren Bedingungen. Andere Forscher, wie *Simon* und *Volkens*, sind entgegengesetzter Meinung.

Dabei wird die Beweisführung oft derart gehalten, daß die Äquatorialgegenden beigezogen werden, und zwar teilweise wegen der Art des Verhaltens europäischer Bäume, welche in die Berge der Tropen verpflanzt wurden, und teils wegen des Verhaltens der tropischen Bäume selbst. Nun muß dazu bemerkt werden, daß man in sehr vielen tropischen Gegenden ebenfalls eine Periodizität im Klima beobachten kann, zwar nicht oder kaum was die Temperatur betrifft, aber gewöhnlich sehr deutlich im Betreff der Feuchtigkeitsverhältnisse; infolgedessen lassen sich oft eine Regenzeit und eine Trockenzeit unterscheiden. Selbst in Buitenzorg auf Java, wo wohl die meisten derartigen Beobachtungen gemacht wurden, ist dieser Unterschied sehr gut wahrnehmbar; es ist nicht ein ewigfeuchtes Klima, wie bisweilen behauptet wird. Und wenn man genauer hinsieht, so gibt es wohl kaum irgendein Klima auf Erden, welches wirklich so gleichmäßig ist, wie hinsichtlich derartiger Untersuchungen erwünscht wäre.

Nun gibt es aber Erscheinungen in den Tropen, welche zwar auffallend periodisch sind, aber in keiner Weise von dieser großen jährlichen Periode verursacht werden können, indem ihre Periode dazu viel zu kurz ist. Ich meine hiermit Erscheinungen, welche man bei gewissen tropischen Blüten beobachtet. Diese sieht man in einer bestimmten Gegend bei allen Individuen einer bestimmten Art fast gleichzeitig zutage treten; das trifft z. B. zu beim Kaffee, dessen schneeweiße Blüten auf einmal in einer Gegend sich öffnen, so daß eine ganze Plantage mit Blüten prangt, um dann bald wieder zu verschwinden. Es gibt auch eine andere Pflanze, wo diese ganze Erscheinung noch viel auffälliger ist. Nicht allein jeder Botaniker, der die malayische Inselwelt, speziell Java besucht, hat diese rätselhafte Pflanze gesehen, sondern auch Laien sind derart darauf aufmerksam geworden, daß die Pflanze von den europäischen Bewohnern dieser Gegend selbst einen Namen erhalten hat (auf holländisch „duifjes“, auf englisch in den Straits-Settlements „pigeon-Orchid“).

Es handelt sich um eine kleine epiphytische Orchidee, welche vielfach im Westen des malayischen Archipels auf den Baumzweigen sich an-

gesiedelt hat, und welche zu bestimmten Zeiten kleine weiße Blüten hervorbringt, welche nur ein kurzes Bestehen haben; morgens früh blühen sie auf, am folgenden Tage sind sie schon abgewelkt. Das Merkwürdige ist nun die Koinzidenz des Blühens vieler Pflanzen in derselben Gegend. In Buitenzorg z. B. findet man an einem bestimmten Morgen auf einmal alle Bäume wie weiß beschneit durch die Blüten des „*Dendrobium crumenatum*“; diese verbreiten außerdem ein feines Aroma, was sich in der ganzen Gegend bemerklich macht; am folgenden Tage ist die ganze Pracht verschwunden. Dann dauert es Wochen, bis auf einmal wieder eine ähnliche Blütenmenge hervorbricht, und diese Erscheinung wiederholt sich öfters in einem Jahre. Von den Beobachtungen hierüber, welche zusammen mit Herrn Dr. *Rutgers* in Buitenzorg ausgeführt wurden, mag folgende Übersicht gegeben werden¹⁾.

Um eine nähere Einsicht in diese merkwürdige Erscheinung zu bekommen, war es erst einmal notwendig, genau zu beobachten, wo sich Blüten bildeten und an welchen Tagen dies geschah. Die Triebe dieser Orchidee sind an der Basis dünn, dann findet man einige verdickte Glieder, welche zusammen eine Stengelknolle bilden, und der obere Teil des Triebes ist wieder dünn; dort trifft man die grünen Blätter an, wovon der untere Teil den Stengel scheidenförmig umgibt, während die Scheiben senkrecht vom Stengel absteigen. Nach der Spitze des Stengels hin findet man endlich nur scheidenförmige Blätter, in deren Achseln die Blütenstände stehen. Die Achse dieser Blütenstände bleibt unentwickelt; infolgedessen stehen die Blüten gedrängt zusammen.

Das sieht man aber nur selten, indem sich an dem Blütenstand gewöhnlich nur eine einzige Blüte zu gleicher Zeit öffnet; viel weniger findet man zwei Blüten, noch viel seltener mehrere an einem Blütenstande. Es fragte sich nun, ob bei jeder Blüteperiode dieselben Blütenstände ihre Blüten öffneten, oder ob irgendeine Regelmäßigkeit hierin aufzufinden war. Es stellte sich heraus, daß sich hierfür überhaupt keine Regel aufstellen ließ. Das eine Mal sieht man an demselben Blütenstand zwei- oder dreimal hintereinander sich Blüten öffnen, das andere Mal nicht. Das gilt nicht allein für die einzelnen Blütenstände, sondern auch für die Triebe einer Pflanze, ja selbst für die ganzen Pflanzen. Es gibt

¹⁾ *M. Treub*, Quelques observations sur la végétation de l'île de Java. Comptes-Rendus des Séances de la Société de Botanique de Belgique. T. XXVI. 2e Partie 1887 p. 182.

J. Massart, Un botaniste en Malaisie. Bulletin de la Soc. Royale de Bot. de Belgique. T. XXXIV. 1895 1e partie p. 173. 174.

F. A. F. C. Went, Die Periodizität des Blühens von *Dendrobium crumenatum* Lindl. Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg. Supplément II (1898) p. 73—77.

A. A. L. Rutgers und *F. A. F. C. Went*, Periodische Erscheinungen bei den Blüten des *Dendrobium crumenatum* Lindl. Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg. 2e Série, Vol. XIV (1915), p. 129—160.

Pflanzen, welche fast bei jeder Blüteperiode ihre Blüten entfalten, andere, welche es nur hin und wieder tun, noch andere, welche fast nie blühen. Jede mögliche Kombination kann hier ange troffen werden, und daraus geht jedenfalls schon soviel hervor, daß man nicht von einer Periodizität sprechen kann, welche der Pflanze mit Notwendigkeit innewohnt. Es hängt offenbar von allerlei anderen Umständen ab, ob sich Blüten entfalten werden oder nicht.

Wie steht es nun mit der Zeit zwischen zwei Blüteperioden? Läßt sich hierbei eine Regelmäßigkeit beobachten? Es wurde in Buitenzorg während mehrerer Jahre aufgezeichnet, wann sich Blüten entfalteten, daneben auch auf die mehr oder weniger reichliche Blütenbildung geachtet, teilweise sogar die Blüten an 135 Pflanzen gezählt. Es stellte sich nun heraus, daß die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Blüteperioden sehr verschieden sein kann. Als Minimum wurde verzeichnet 4 Tage, dann wurde bisweilen gefunden 10 Tage oder mehr, im Maximum 94 Tage. Es scheinen mehr Blüteperioden im regnerischen Westmonsun, weniger im trockenen Ostmonsun zu liegen; indessen war der Unterschied nicht groß, was vielleicht damit zusammenhängt, daß in Buitenzorg auch der Unterschied zwischen den beiden Monsunen nicht sehr ausgeprägt ist.

Wenn man die Zahl der blühenden Pflanzen und die Zahl der Blüten bei jeder Blüteperiode bestimmt, dann stellt sich heraus, daß diese außerordentlich stark wechseln; bisweilen findet man nur hin und wieder eine einzelne Blüte, an anderen Tagen prangt alles in schönster Blütenpracht. Von 78 Pflanzen blühten z. B. am 21. Januar 1912 63 Stück, am 29. September desselben Jahres deren 56; dagegen am 10. April und am 31. Dezember des nämlichen Jahres 8 resp. 4 Pflanzen. Die genannten 78 Pflanzen standen nicht alle an demselben Standort; einige waren mehr der Sonne ausgesetzt, andere standen mehr im Schatten. Es schien, als wenn die Zahl der Blüten durch den Standort bestimmt wurde; es war z. B. der 28. August ein günstiger Tag für die im Schatten sich entwickelnden Pflanzen, der 29. September dagegen für die Pflanzen an schattigem Standort. Das erhellt aus den folgenden Zahlen, welche die mittlere Blütenzahl angeben für diejenigen Pflanzen, welche Blüten zum Öffnen gebracht hatten, und zwar die erste Zahl für den 25. August, die zweite für den 29. September. Die Zahlen betrugen an sehr son-nigem Standort 7,7 und 20,2, an schattigem Standort 10,7 und 5,2, und an sehr schattigem Standort 7,7 und 2,2.

Um noch einmal einen Eindruck zu geben von der außerordentlich großen Verschiedenheit der Pflanzen und der Blüteperioden, lasse ich hier einige Zahlen folgen. In der ersten Spalte sind die Nummern der verschiedenen Pflanzen angegeben, in jeder Horizontalreihe findet man für

jede betreffende Pflanze die Zahl der Blüten, welche sie resp. am 21. Januar, 10. April, 20. April, 9. Mai, 29. Mai, 25. August, 29. September und am 31. Dezember zum Öffnen gebracht hatte:

Nr.	1	30	0	0	35	10	12	20	0
2	20	0	10	12	10	0	30	0	
4	0	0	0	4	0	4	4	0	
10	40	0	24	50	28	75	25	0	
11	20	0	1	0	15	20	18	25	
14	3	0	0	0	0	0	5	0	
22	14	0	0	0	0	1	3	0	
23	7	4	8	2	11	5	11	0	
25	0	0	0	0	4	35	1	1	
29	1	0	0	0	0	0	0	0	
30	20	3	0	10	0	40	7	1	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	
49	4	0	2	0	0	3	8	3	
66	8	1	6	2	36	40	12	0	
77	0	0	0	2	1	7	0	0	

Etwas ganz Ähnliches wurde beobachtet, als eine Anzahl Pflanzen nach Europa transportiert und hier in einem Gewächshaus des Utrechter botanischen Gartens weiter kultiviert wurden. Nur waren die Umstände hier offenbar weniger günstig; infolgedessen war die Zahl der blühenden Pflanzen viel geringer, und im Winter trat überhaupt kein Blühen auf. Zweitens kann jetzt schon bemerkt werden, daß die Blütetage nicht übereinstimmten mit denen in Buitenzorg; es wird noch näher darauf zurückzukommen sein.

Alles, was bis jetzt mitgeteilt wurde, macht es schon wahrscheinlich, daß die äußeren Umstände eine Rolle spielen bei dem Aufblühen des *Dendrobium crumenatum*. Um darüber weiter Sicherheit zu erlangen, wurde an verschiedenen Orten des Indischen Archipels eine Untersuchung angestellt, wann das Blühen dieser merkwürdigen Orchidee dort stattfand; verschiedene Beobachter haben dabei mitgewirkt, und es ergab sich bald, daß diese Tage an verschiedenen Orten nicht dieselben sind. Für die ersten Monate des Jahres 1913 wurden z. B. die hier folgenden Blütetage für die dabei angegebenen Orte mitgeteilt: Weltevreden (ein Vorort Batavias) 1. Januar, Medan (in Deli, an der Ostküste Sumatras) 9. Januar, Tandjong Pandan (auf der Insel Biliton) 14. Januar, Surakarta (in der Mitte Javas) 25. Januar, Weltevreden 29. Januar, Meester Cornelis (ein anderer Vorort Batavias) 3. Februar, Weltevreden 5. Februar, Klaten (in der Nähe Surakartas) 7. Februar, Wonosobo (ebenfalls in der Mitte Javas) 20. Februar, Meester Cornelis 3. März, Meester Cornelis 14. März, Weltevreden 14. März, Menes (in der Nähe Batavias) 14. März, Buitenzorg 24. März, Maos 26. März, Klampok 26. März und Bandjarnegara 26. März. Die drei letztgenannten Orte liegen alle im Flußtale des Serajufusses im mittleren Teile Javas, und die Koinzidenz der Blütetage ist wohl mehr als ein Zufall, sondern eine Folge der gleichen klimatischen Verhältnisse; gleiches gilt sicherlich

auch für die Blütezeit von Meester Cornelis, Weltevreden und Menes am 14. März.

Jetzt wurden Pflanzen von anderen Orten nach Buitenzorg übergebracht und ihre Blütezeiten dort notiert. Es waren Pflanzen von Purbolinggo, Klaten, Wonosobo, Menes und Medan. Während diese das erste Mal bisweilen eine andere Blütezeit hatten wie diejenigen, welche in Buitenzorg heimisch waren, ließ sich bald kein Unterschied mehr auffinden. Umgekehrt war eine *Dendrobium*-pflanze von Buitenzorg nach Medan übergebracht; diese blühte dort am 9. Januar 1913, an demselben Tage wie die in Medan heimischen *Dendrobien*.

Ein ähnliches Verhalten ließ sich beobachten bei den *Dendrobien*, welche nach Utrecht übergebracht waren; dieselben hatten, wie schon erwähnt, dort andere Blütetage als in Buitenzorg. Aber außerdem stellte sich heraus, daß in zwei verschiedenen Gewächshäusern desselben Gartens, welche verschieden waren in betreff der Temperatur und Feuchtigkeitsverhältnisse, die Blütezeiten bisweilen verschieden waren. Diese Beobachtung ist deshalb wichtig, weil es ja aus dem vorherigen zur Genüge hervorgeht, daß es die äußeren Umstände sind, welche das Öffnen der Knospen veranlassen, weil aber die Art dieser Umstände sich jetzt etwas genauer präzisieren läßt. In diesen beiden Gewächshäusern konnte nämlich nichts anderes verschieden sein, als die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit; die Beleuchtung war kaum verschieden.

Durch die Freundlichkeit der Herren Kollegen *Fitting* in Bonn, *Simon* in Göttingen und *Hans Winkler* in Hamburg wurden auch einige Daten erhalten über das Blühen der dortigen Pflanzen von *Dendrobium crumenatum*. Es waren naturgemäß nur ganz wenige Exemplare; infolgedessen ist die Zahl der Blütetage auch viel geringer wie in Utrecht. Gewöhnlich koinzidieren diese Tage nicht, dreimal wurde aber ein gleichzeitiges Blühen konstatiert, nämlich am 10./12. September 1913 und am 3./4. Mai 1915 in Hamburg und in Utrecht, am 10./12. Mai 1913 in Bonn, Hamburg und in Utrecht. Dieses Zusammentreffen kann man wohl kaum dem Zufall zuschreiben, es muß irgend eine Erklärung dafür gefunden werden. Ich komme gleich näher darauf zu sprechen, muß aber erst noch bemerken, daß ich hier Blütezeiten von mehr als einem Tag angegeben habe. Die Sache verhält sich nämlich derart, daß in europäischen Gewächshäusern nicht mehr so scharf die eintägige Blütezeit innegehalten wird wie in den Tropen. Nicht nur findet man oft bestimmte Pflanzen, welche einen Tag früher oder später blühen, wie die Mehrheit der übrigen, sondern man findet selbst hin und wieder an demselben Sproß einige Blüten an einem bestimmten Tage geöffnet, die übrigen am nächsten Tage, wenn die ersten schon abgewelkt sind.

Eine genauere Betrachtung belehrt uns alsbald, daß die Blüten auch in den Tropen in

Wirklichkeit nicht alle zu gleicher Zeit aufblühen; einige öffnen sich während der Nacht, andere sehr früh morgens, noch andere etwas später. Je mehr die äußeren Umstände ungünstig sind, desto mehr wird diese Periode in die Länge gezogen. Dabei darf man es sich nicht derart vorstellen, als ob jede Blüte eine ganz bestimmte Zeit geöffnet bleibt. Zwar dauert auch hier die Blütezeit der meisten Blüten ungefähr gleich lange, man muß aber ausdrücklich sagen ungefähr; es kommen zahllose Abweichungen vom Mittel vor, welche offenbar ebenfalls teilweise durch die äußeren Umstände bedingt werden.

Alles, was bis jetzt behandelt wurde, läßt sich nun sehr gut erklären, wenn man annimmt, daß die Blütenknospen bei *Dendrobium crumenatum* sich entwickeln, bis sie ein verhältnismäßig weit vorgeschrittenes Stadium erreicht haben, und daß sie hierin verhalten, solange nicht eine ganz bestimmte Konstellation von günstigen äußeren Umständen sich auftut. Es liegt irgendeine Hemmung vor, welche gehoben werden muß, wenn die Knospe sich weiter entwickeln soll.

Welche Umstände das sind, kann vorläufig außer Betracht gelassen werden, weil man die ganze merkwürdige Erscheinung erklären kann, auch wenn man diese nicht kennt. Sobald ja diese Umstände sich auftun, werden alle Knospen, welche sich in einem bestimmten Stadium befinden, in einigen Tagen (in Utrecht etwa sechs) zum Öffnen gelangen. Es können das viele oder wenige Knospen sein, und dadurch erklärt sich die große Verschiedenheit in den Blüteperioden, ebenso wie der Unterschied zwischen den verschiedenen Pflanzen.

Wie erklärt sich nun aber das Zusammentreffen der Blütezeiten in Bonn, Hamburg und Utrecht? Ich lege mir das folgendermaßen zu recht. Während des Winters haben sich allmählich eine ganze Anzahl Knospen so weit entwickelt, daß, im Fall günstige Umstände sich vortun, eine ganze Menge Knospen sich öffnen werden. Wenn nun sonniges Wetter eintritt, wird die Sonne den Gewächshäusern auf einmal eine viel höhere Temperatur geben, als die gewöhnliche des Winters, welche nur der Heizung zu verdanken war. Wenn im Westen des Kontinents sonniges Wetter herrscht, wird diese Ursache in Bonn, Hamburg und in Utrecht in derselben Weise wirken. Das war nun eben bei den vorher genannten Frühjahrsperioden der Fall, wie die meteorologischen Daten bezeugen können. Das herbstliche Zusammentreffen vom 10./12. September 1913 in Hamburg und Utrecht vermag ich nicht zu erklären.

Es fragt sich jetzt, ob auch näher angegeben werden kann, welche äußeren Umstände das Öffnen der Knospen veranlassen. Eine sichere Antwort läßt sich bis jetzt nicht geben. Versuche, in dieser Richtung unternommen, haben kein Resultat geliefert. Eine genauere Betrachtung der

Umstände, welche den Blüteperioden in Utrecht und Buitenzorg vorangingen, ließ es wahrscheinlich erscheinen, daß in Utrecht die Temperatur eine Rolle spielt, wenn sie nicht ausschließlich für das Öffnen verantwortlich zu machen ist. In Buitenzorg scheint dagegen die Feuchtigkeit eine größere Rolle zu spielen, wenigstens in solchen Zeiten, wo eine längere Trockenperiode vorangegangen war. Es braucht nicht zu befremden, wenn das eine Mal der eine, das andere Mal der andere Umstand die Auslösung bewirkt; dasselbe findet man ja in allen Fällen, wo ein Lebensprozeß von mehreren äußeren Bedingungen bestimmt wird.

Es fragt sich nun noch, ob in der Organisation der Blütenknospen irgendeine Einrichtung gefunden wird, welche es erklärlich macht, daß die Knospen während einer gewissen Zeit ihrer Entwicklung eine Hemmung erfahren. Wenn man einen Blütenstand zergliedert, findet man, daß die Blüten, solange sie sich im Knospenzustande befinden, von geschlossenen Scheiden, welche äußerst schwer für Flüssigkeiten permeabel sind, eingehüllt werden; man kann diese Knospen einige Tage lang in Alkohol liegen haben, ohne daß derselbe durch die Knospenhüllen eingedrungen wäre. Wenn die Blütenknospen noch sehr jung sind, liegen sie, von Schleim eingehüllt, innerhalb dieser Hüllen; dieser Schleim vertrocknet später und die Knospen wachsen heran, bis sie die Hüllen ganz ausfüllen. Dann tritt eine Hemmung der Entwicklung ein, wobei dahingestellt sein mag, ob hier an eine mechanische Hemmung durch die Knospenhüllen gedacht werden muß. Wenn einmal diese letzten Hüllen durchbrochen sind, verläuft die weitere Entwicklung außerordentlich rasch, in den Gewächshäusern in Utrecht in etwa acht Tagen. Alle Teile der Blüte lagen schon fast fertig vor, es mußten nur noch die letzten Streckungsphasen durchlaufen werden, bis das Öffnen der Blüten stattfinden kann.

In gewisser Hinsicht ist die Erscheinung bei *Dendrobium crumenatum* nicht so grundverschieden von dem Verhalten anderer Orchideen. Dort findet ja gewöhnlich auch ein zeitliches Zusammentreffen des Blühens verschiedener Pflanzen statt, das aber nicht so augenfällig ist, weil die Blütezeit meistens länger dauert, oft Tage, selbst Wochen lang. Die eine Blüte öffnet sich dann wohl einen oder mehrere Tage vor der anderen. Denkt man sich diese ganze Erscheinung auf einen Tag zusammengedrängt, dann werden die Tage des letzten Satzes zu Stunden und wir haben das Verhalten des *Dendrobium crumenatum*. Es wurde oben ja schon bemerkt, daß die Koinzidenz der Blütezeiten weniger groß ist, wie es auf den ersten Blick scheint, wenn man darauf achtet, daß die Blüten sich allmählich im Laufe mehrerer Stunden öffnen, und daß diese Zeit sich verlängert, je ungünstiger die äußeren Umstände sind.

Wir können noch weiter gehen und konsta-

tieren, daß zwischen dem *Dendrobium crumenatum* und den Winterknospen der Bäume der temperierten Zonen eine gewisse Übereinstimmung besteht; diese werden lange vor der Blüte angelegt, entfalten sich aber erst, wenn die äußeren Umstände dazu zwingen. Nur werden die letzten Entwicklungsphasen weniger rasch durchlaufen und infolgedessen besteht ein größerer Spielraum in der Entfaltungszeit.

Wenn wir hier zuletzt wieder angelangt sind bei der Besprechung der europäischen Frühlingsblüten, womit wir diesen Aufsatz anfangen, so mag dennoch gesagt werden, daß Generalisierung hier jedenfalls verfrüht ist; man verfügt auf diesem Gebiet noch über viel zu wenig gut konstatierte Tatsachen.

Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria).

8. Die Karstlachen (Laghi, Lokven) im Roten Istrien, und die Malariaefahr.

1. „Der Karst ist“, so setzt der Geologe *Lukas Waagen* auseinander, „jenes unwirtliche Gebirge, welches sich in der Gegend des Isonzolaufes aus den Südalpen entwickelt und mit ausgesprochenem SO-Streichen Oberkrain, Istrien, Dalmatien, Bosnien, die Herzegovina und Montenegro bis zum Skutarisee durchzieht und so die Adria an ihrer Ostseite begleitet. In ganz Europa wird man kaum einen Landstrich finden, welcher auf engem Raum Gegensätze schroffer einander gegenüberstellt als das genannte Gebirge, das, überwiegend aus kulturfeindlichen Kreide-, seltener Triaskalken aufgebaut, in Muldenzügen schmalere oder breitere Streifen von Sandstein und Mergel umschließt, welche das Auge nicht selten durch eine subtropische Vegetationsfülle erfreuen. — So steht der Karst nicht nur geographisch, sondern auch nach seiner Vegetation in der Mitte zwischen Mitteleuropa und den subtropischen Gebieten. Die Beziehungen zu jenem gehen aber noch weiter: Trockentäler sind im Karst etwas sehr Gewöhnliches, und in der regenlosen Hitzeperiode verwandeln sich weite Flächen zu Sommerwüsten, ja sogar die befruchtenden Nilüberschwemmungen haben ihr verkleinertes Abbild in den alljährlichen Frühjahrsüberflutungen der Poljen.“

„Mit dem Bilde des Karstes verbindet sich bei jedem, der dies Gebirge einmal gesehen, sofort der Begriff der Wasserlosigkeit. Soweit die Verbreitung der Kalke reicht, gibt es ja nur ausnahmsweise Flußgerinne an der Oberfläche, und in den Sandsteinzügen können sich naturgemäß, deren geringer räumlichen Verbreitung wegen, nur kleinere Wasserläufe entwickeln, die überdies in der mehrmonatigen Trockenperiode des Sommers vollständig verschwinden. Um so auffallender mag da die Tatsache berühren, daß gerade die Karstgebiete zu den niederschlagsreichsten Ländern gerechnet werden müssen. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt z. B. für ganz Rußland 400 mm, für Deutschland 600 mm und für Frankreich 800 mm. In Istrien wird dagegen schon an der Westküste eine jährliche Regenhöhe von 800 bis 1000 mm verzeichnet, die dann im Triester- und Tschitschenkarst bis 1800 mm ansteigt und im Mt. Maggiore sogar mehr als 3000 mm beträgt. Vielleicht der steinigste und unfruchtbarste Abschnitt des ganzen Karstes, die be-

rüchtigte Krivotschie nördlich von Cattaro, mit ihrer 4360 mm jährlichen Regenmenge, ist die an Niederschlägen reichste Gegend Europas. Diese Niederschläge erscheinen jedoch auf die verschiedenen Jahreszeiten recht ungleich verteilt; Sommer und Winter sind im allgemeinen trocken, wogegen Frühjahr und besonders Herbst ausgesprochene Regenzeiten sind. Dabei ist nicht so sehr die Anzahl der Regentage auffallend als die Wolkenbrüche, die in kürzester Zeit oft unglaubliche Regenmassen zur Erde fallen lassen. So fielen im Jahre 1901 einmal während 84 Minuten mehr als 70 mm und 1876 während eines Tages 154 mm, während 1898 in Fiume an einem Tage 234 mm und 1892 im Verlaufe von etwas mehr als 48 Stunden 515 mm Niederschlag gemessen wurde. Dieser Umstand bringt es mit sich, daß die istrischen Flüsse alljährlich mehrmals Hochwasser führen, das in den letzten Jahren bei Quieto, Reka und Arsa gleichmäßig über 4 m stieg. Auch zahlreiche dem Karste eingesenkte Ebenen, die sog. Poljen, werden alljährlich überschwemmt und dadurch auch häufig ihre Fruchtbarkeit begründet, so daß sie hierin eine gewisse Ähnlichkeit mit den weiten Gefilden des Nils besitzen: bleibt in einem Jahre die Überschwemmung aus, so ist die Folge eine Mißernte.“

2. In dem Anlitz der *Markgrafschaft Istrien* ist das Karstbild in drei deutlich gesonderten Zügen ausgeprägt: in dem aus nacktem, porösem Kalkstein gebildeten Hochkarstzuge, der von Doberdo herüberkommt und zum Monte Maggiore ansteigt, als *Weißes Istrien* (Istria bianca), in der fruchtbaren Sandsteinmulde, die breit zwischen Triest und Salvore anhebt und sich immer verschmälernd bis in die Gegend des Tschepitschsees erstreckt als *Graues Istrien* (Istria grigia), und in der pultartig geneigten und mit roter Verwitterungskrume überdeckten Kreidekalkplatte, die das ganze südliche Dreieck der Halbinsel ausmacht, als *Rotes Istrien* (Istria rossa). Jene gewaltigen Wassermengen, die im Jahreslaufe auf die Landschaft niederfallen, erscheinen jedoch nur in den Sandsteingebieten als Quellen und Flüsse wieder, im Hochkarst und im Roten Istrien versinken sie fast schon im Augenblick des Aufschlagens in dem klüftigen Gestein. Die wenigen Flußgerinne, die dennoch in die Kreidekalkgebiete eindrengen, fließen auf Alluvialboden dahin, oder ihre Wassermengen sind so groß, daß die Schlünde sie nicht fassen können. Welche Wege die verschluckten Wasser im Innern des Gebirges einschlagen, ist nicht mehr und nicht weniger dunkel als die Wege es sind, die die Lymphe im Wirbeltierkörper zieht. Im Hochkarst ahnen wir bereits wichtige Teile des Kanalnetzes in seinen Hohlräumen tief drunten, und auch im Roten Istrien steht es außer Frage, daß Karstgerinne in seinem Innern ab- und ansteigen, sich stauen und überstürzen, sich trennen und wiederfinden. An einigen wenigen Punkten in der Istria rossa ist es auch schon gelungen, durch Brunnenschächte an Wasseradern heranzukommen, der weitaus größte Teil aber des inneren Wasserreichtums scheint noch auf lange hinaus unerschließbar zu sein.

3. Die Art, wie sich der Karstner von alters her in solcher Not hilft, ist primitiv genug. Er schafft sich so viel Dachflächen als er vermag und leitet von dorthin alle Regengüsse in *Zisternen* zusammen. Den Wasservorräten seiner Zisternen entnimmt der Bürger das ganze Jahr hindurch das Wasser, das er zum Trinken, Kochen und Waschen nötig hat, und von den Vorräten seiner Gehöftzisternen zehrt der Bauer zusammen seinem Vieh, besonders dann, wenn die Dürrezeit kommt, wo es draußen „nicht einmal mehr Wasser

genug für eine Träne gibt“, und stündlich die Gefahr wächst, daß ihm auch der letzte sorglich gehütete Tropfen dahinschwindet . . .

4. In der Feldflur gewinnt der Bauer auf eine noch weit einfachere Weise das ihm so nötige Wasser. Dort kleidet er einfach eine natürliche Bodensenkung, die er etwa in einer Weggabelung oder am Rande der Campagna findet, mit Lehmschlag aus und sammelt darin alle die Wässerchen auf, die bei Regen aus den Wegen und von den Ackerflächen zusammenrinnen. Nicht selten entstehen solche Tümpel wohl auch von selbst, indem das von der Terrarossa einer Dolinensohle festgehaltene Grundwasser an einer nur mit dünner Erdkruste überdeckten Stelle zutage tritt. Mit solchen Tümpeln ist das Land weithin übersät. *Laghi* (Einzahl lago) nennt sie der Italiener, *Lokven* (Einzahl Lokva) der slawische Istrianer (Lusche würde der Schlesier sagen und sich mit dieser Wortbildung ebenfalls an lacus anlehnen). Es gibt Laghi von der Größe eines Tränkeimers und Lokven von dem Umfang von Hunderten von Geviertruten. Einige von den größeren verzeichnet die österreichische Spezialkarte (1 : 75 000). Es sind das Tümpel, deren Ränder mit Schilf und Binsen bestanden sind, in denen Laichkräuter, Froschlöffel, Nymphaen, Ruppian, Iris gedeihen, Schildkröten leben, Ringelnattern auf Frösche jagen und selbst Wasserhühner lärmten. Solche Tümpel haben oft bestimmte Namen. Die demnächst kleineren Lachen, die im Maßstab der Karte schon nicht mehr darstellbar sind, sind häufiger nur mit Algen durchwuchert und beherbergen oft die altentümlichen *Apus-* und *Branchipus*krebse oder sind mit *Daphnien-* und *Cyclopsschwärmen* erfüllt. Sie und noch mehr die unübersehbaren Scharen der kleinen und kleinsten Tümpelchen, von deren Existenz nur der Eingeweihteste weiß, sind zugleich die Brutstätten der *Anopheles*-mücken, der Überträger der Malariaerreger. Selten, man kann wohl sagen niemals ist das Wasser in diesen Karstlachen so klar, daß man den Grund sehen könnte, immer ist es von schwebenden Lehmteilchen gelb oder von Terrarossa rot gefärbt. „Mehrere Male des Tags wird das Vieh dorthin zur Tränke getrieben und vermischt den aufgewühlten Schlamm mit seinen Exkrementen, und die gleichen Lokven liefern gleichzeitig den Umwohnern das Nutz-, Koch- und Trinkwasser!“

Das ist ein vernichtender Spruch, und man wird sich nicht wundern, wenn *Lukas Waagen* an einer anderen Stelle rät, man solle alle Lokven verschütten.

5. Womit soll dann aber der Bauer den notwendigsten Wasserbedarf bestreiten?

Zunächst steht es jedoch nicht durchaus und nicht überall so schlimm um die Verunreinigung des Wassers, und dann kann auch etwas dagegen getan werden.

Über den Wert einiger Wasserproben aus zwei Tümpeln in der Feldflur Val dei specieri von Rovigno hat der verstorbene Berliner Gerichtschemiker *Bischoff* geurteilt: für das Vieh unbedenklich verwendbar, für den Menschen, wenn nichts Besseres da ist, auch. Der eine der Tümpel liegt am Rande der Reichsstraße nach Vila, und der andere in der Gabelung eines Karrenwegs weiter drinnen im Felde. Beide sind in der Besiedlung mit Tieren und Pflanzen sowie in der Farbe des Wassers grundverschieden.

Von außen frisch nach Istrien verpflanztes Hornvieh muß sich erst an das Trinken aus den Laghi gewöhnen, nimmt dann aber das Wasser ohne weiteres und auch ohne Schaden an. Die Tiere wie die Menschen genießen von dem Wasser selbst dann, wenn seine Ober-

fläche gemäß den neuen gesetzlichen Bestimmungen zum Schutz gegen die Malaria-Mücken mit Petroleum überschichtet ist. Sie blasen das Petroleum weg und trinken dann.

Dieses „Petrolisieren“ tritt der Malariagefahr jedoch nur mit halber Kraft entgegen. Denn das Öl verschwindet in kürzester Zeit wieder von der Tümpeloberfläche. In den größeren Tümpeln schieben es die Winde hin und her oder werfen es ans Ufer, wo es in der Erde versinkt oder an der Sonne verdunstet, und in allen Tümpeln lagert sich sehr bald ein beträchtlicher Teil des Öls unten am Boden ab. Die mineralischen Bestandteile des Wassers, die feinen Schlammteilchen der roten Erde, hängen sich an die Fetttropfen, beschweren sie und reißen sie schließlich zu Boden, wo sie aufgeschichtet oder unter übergelagertem Schlamm begraben werden. Wieweit solche Öllager auf den Charakter der Lokven verändernd einwirken, entzieht sich noch der Kenntnis, gewiß ist indessen bereits das andere, daß das Öl nur ganz kurze Zeit gegen die Mückenlarven schützt¹⁾. Darum sollte das „Petrolisieren“ der Tümpel eingestellt werden.

6. Zudem gibt es, so scheint mir, ein Mittel, das die Malaria-Mückenlarven in den Lachen wirklich restlos bekämpft. Wenn man dem Lichte, den Winden und der Sonne den Zutritt zu den Tümpeln verwehrt, und ferner achtgibt, daß am Grunde der Lachen kein Faulschlamm entstehen kann, so ist der Entwicklung der Anophelen — wie aller anderen Stechmücken — das Ende gesetzt. Das geschieht auf die einfachste Weise so, daß man die Lachen mit einem lockeren, wasserdurchlässigen Sande anfüllt. Als den dafür geeignetsten Sand empfehle ich den Muschelsand aus der Bucht von Medolino. Die Muschelsande der istrischen Westküste sind mit feinem Kies und Schlamm durchsetzt und darum zu dicht und zu schwer. Der Muschelsand von Medolino läßt das Wasser so leicht fahren, daß er schon in dem Augenblicke, wo man ihn mit der Hand heraushebt, nahezu trocken ist. Er erhöht allerdings beim Einfüllen den Wasserspiegel eines Gefäßes um ein Drittel und verlangt also eine geringe Vertiefung oder Verbreiterung der Lokva, wenn sie die gleiche Wassermenge halten soll wie früher. Er wirkt zu gleicher Zeit als Filter für die von den Straßen und Äckern zufließenden Regenwässer und verbessert damit das Wasser der Lokva.

Wie der Gedanke von Fall zu Fall auszugestalten ist, wie man die Lokven nach Bedarf vergrößern, vertiefen, mit Zement abdichten, mit Brunnenkrönung, mit Pumpwerk und Wassereimern zum Trinken des Viehes versehen kann, ist Sache technischer Erwägungen. Techniker haben mir versichert, daß die Idee brauchbar sei, Ärzte haben sie warm befürwortet und Hygieniker mir gesagt, daß sie auch für Ostfriesland verwertbar sei. Es ist daher meine volle Überzeugung, daß die Malaria in Istrien mit Aussicht auf durchschlagenden Erfolg auf diese Weise und vielleicht nur auf diese Weise bekämpft werden kann.

Bis dahin, wo die Zeit gekommen ist — aber sie ist noch fern und Hilfe tut not —, daß die Wasserbautechniker den istrischen Ortschaften die inneren Wasserreichtümer des Karstes erschlossen haben, wird

die Zisternen-Lokva dem kleinen Bauern von großem Segen geworden sein. Denn außerdem, daß sie ihm billig und bequem ein sonst nutzlos verrinnendes Wasser zur Verfügung stellt, schützt sie ihn von Stund an gründlich vor Malaria und selbst Typhus.

Literatur.

Lukas Waagen (Wien), Karsthydrographie und Wasserversorgung in Istrien. Zeitschrift für praktische Geologie, Juli 1910.

Norbert Krebs, Die Halbinsel Istrien. Landeskundliche Studie. Leipzig 1907.

Otto N. Witt, Narthekion. Nachdenkliche Betrachtungen eines Naturforschers. Neue Folge. Berlin 1904. Seite 161.

C. Engler, Die Entstehung des Erdöls. Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung, 1. Bd., Berlin und Wien 1910.

Rovigno, den 2. Dezember 1916.

Dr. Thilo Krumbach.

Botanische Mitteilungen.

Kreuzung oder Mutation die mutmaßliche Ursache der Polymorphie? (Lotsy, Zeitschr. f. indukt. Abst. XIV, 1915.) Die kritische Studie des Verfassers bringt nichts Neues, sondern sie berichtet nur zusammenfassend über die Bedenken, die schon von verschiedenen Seiten gegen die Mutations-theorie überhaupt und gegen die Interpretierungen, die de Vries seinen Versuchen gegeben hat, vorgebracht worden sind. de Vries stützt bekanntlich seine theoretischen Anschauungen im wesentlichen auf die Experimente mit *Oenothera lamarckiana*. Beweiskraft könnte diesen Versuchen aber nur zukommen, wenn sichergestellt wäre, daß *Oe. lamarckiana* wirklich artrein ist. Dieser Nachweis ist aber nicht zu erbringen, da die Pflanze regelmäßig die von de Vries entdeckten „Mutationsformen“ اسپaltet. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß es sich um einen Bastard handelt. Für diese Auffassung können verschiedene Punkte ins Feld geführt werden, insbesondere, daß Pollen und Ovula von *Oe. lamarckiana* zu einem erheblichen Prozentsatz steril sind, und daß auch die Nachkommen der Mutanten nicht konstant bleiben. Wenn bei der Aufspaltung der Mutanten und bei ihrer Rückkreuzung mit der Ausgangsform keine einfachen Mendelschen Zahlen auftreten, so kann dies sehr wohl an ihrer komplizierten heterozygotischen Konstitution liegen. Auch die verschiedenen Chromosomenzahlen der Mutanten besagen nichts, da ja schon bei gewöhnlicher Bastardierung dieselben Erscheinungen auftreten. de Vries nimmt nun weiterhin an, daß nicht alle Gattungen gleich stark zur Bildung von Mutationsformen neigen, sondern daß eine Aufspaltung nur unter besonderen Umständen eintritt, wenn nämlich durch irgendwelche äußeren Bedingungen die Mutabilität erregt wird. Dann zerfällt gewissermaßen eine Spezies in zahlreiche Arten, die sich zu einem größeren Formenkreis zusammenschließen. Als Beispiele derart nennt de Vries die Gattungen *Rosa*, *Rubus*, *Hieracium*, *Salix*, *Draba* und *Viola*. Über die Rosaarten liegen noch keine näheren Untersuchungen vor. *Rubus* dagegen ist von Lidforß eingehend bearbeitet, und dieser Forscher konnte feststellen, daß die *Rubus*-arten sich sehr leicht bastardieren lassen, und daß die Kreuz-

¹⁾ Gewiß ist überdies auch das, daß nur ein ganz kleiner Teil aller Laghi den Malariatilgungskommissionen bekannt wird, und daher immer wieder Mücken aus Tausenden von verborgenen Winkeln hervorkommen müssen.

zungsprodukte durchaus fertil sind. Die hierbei auftretenden Formen zeigen weitgehende Übereinstimmung mit den schon lange bekannten elementaren Brombeerarten. Auf Grund dieser Tatsachen gelangte *Lidforß* zu dem Schluß, daß bei der Bildung dieses Formenkreises Bastardierungen in hohem Maße beteiligt waren. Über die Hieraciumformen hat schon *Mendel* gearbeitet, und er fand, daß die F_1 -Generation polymorph ist, daß jedoch in den weiteren Generationen die einzelnen Typen konstant bleiben. Diese letztere Erscheinung beruht darauf, daß die Hieraciumbastarde apogam sind, und daher die Unmöglichkeit einer konstitutionellen Änderung nicht mehr besteht. Wir sehen hier also einen Weg, wie durch Kreuzung eine Fülle neuer konstanter Formen entstehen kann. Es würde zu weit führen, hier noch auf *Salix*, *Draba verna* und *Viola tricolor* einzugehen. Im Prinzip ergaben die Versuche immer dasselbe: das schöpferische Moment scheinen spontan aufgetretene Kreuzungen zu sein. So verläuft also die Kritik im wesentlichen negativ, freilich nur in dem Sinne, daß das vorläufige Tatsachenmaterial die Mitwirkung der Mutationen bei der Artbildung nicht streng zu beweisen vermag. Man muß sich aber hier vor voreiligen Schlüssen und Verallgemeinerungen hüten. Es ist durchaus möglich, daß Mutationen bei der Stammesentwicklung der Organismen wirksam waren, und daß es uns bisher nur noch nicht geglückt ist, solche einwandfrei nachzuweisen. Irgendwann müssen doch einmal die Faktoren, die den Genotypus bedingen, entstanden sein, und wenn wir uns eine Vorstellung von dem Entwicklungsgang der Lebewesen machen wollen, dann leistet die Mutationstheorie, wenn auch mit einigen neueren Erfahrungen entsprechenden Abänderungen, von allen Erklärungsversuchen die besten Dienste.

Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne nebst allgemeinen Bemerkungen über Allogonie. (*Reinke*, *Ber. d. d. bot. Ges.*, Bd. 33, 1915.) Während normalerweise die Farbe der Blüten dem Namen der Pflanze entspricht, traten ganz unvermittelt bei einem Individuum des Kieler botanischen Gartens weiße Blütenstände auf. Aber nicht alle Infloreszenzen der Pflanze zeigten diese Abweichung, vielmehr waren die Blüten der unteren Stengelregion und auf der einen Seite des oberen Teils von der typischen Farbe. Offenbar handelte es sich um eine durch Anthocyanverlust bedingte Knospenvariation. Auch die Samen der weißen Blüten weisen ein besonderes Verhalten auf, insofern die Samenschale im Gegensatz zu der gewöhnlichen Marmorierung rein weiß gefärbt war. Sowohl die Nachkommenschaft der weißen als auch die der roten Blüten wurde geprüft. Die roten Blüten ergaben alle durchaus normale Pflanzen; 9 weiße Samen dagegen lieferten neben 2 roten Deszendenten 7 ausschließlich weißblühende Exemplare. Es war also Spaltung eingetreten, die sich in der nächsten Generation bei den Nachkommen der rein weißen Samen wiederholte. Soweit die Tatsachen. Es handelte sich nun darum, eine Erklärung dafür zu finden. Da eröffnen sich zwei Wege. Entweder war die Pflanze, bei der die weißen Infloreszenzen sprunghaft entstanden, kein Bastard, und dann liegt eine Knospenmutation — oder wie *Reinke* sich vorsichtiger, um das vieldeutige Wort „Mutation“ zu vermeiden, sagt, eine Knospenallogonie — vor, die darin bestand, daß in einem bestimmten Sektor des Individuums die Fähigkeit, Anthocyan zu bilden, plötzlich

verloren ging. Es wäre also ein ähnlicher Fall wie der, den *Correns* beobachtete, wo bei einer buntblättrigen Pflanze von *Mirabilis Jalapa* unvermittelt normal grüne Seitenäste auftraten. Oder aber, die Pflanze war ein Bastard, und die Spaltung in die elterlichen Komponenten ist nicht erst bei der Keimzellenbildung — also nach dem normalen Verlauf —, sondern schon im vegetativen Lebensgange erfolgt. Danach hätten wir es mit einem „Mosaikbastard“ zu tun. Eine Sicherheit ließ sich in dieser Beziehung nicht erlangen, doch neigt *Reinke* zu der Ansicht, daß es sich um eine Allogonie handle. An diese Erörterungen schließt sich eine Betrachtung über die Bedeutung der Allogonien im allgemeinen an. Es ist gar nicht notwendig — und nach der Auffassung des Verfassers nicht einmal wahrscheinlich —, daß alle Allogonien gerade in den Geschlechtszellen eintreten. Es gibt ja — ganz abgesehen von den Bakterien — auch recht hochstehende, reich differenzierte Pflanzen, bei denen dies nicht der Fall sein kann. Hierher gehört die Alge *Caulerpa*, bei der bisher geschlechtliche Fortpflanzung nicht nachgewiesen werden konnte. Wie anders sollen hier die zahlreichen scharf umrissenen Arten entstanden sein als durch Knospenvariation. Und tatsächlich ist auch bei einer hierher gehörenden Form, *C. plumaris*, ein solcher Fall schon beobachtet worden. Es trat an einer dem Typus entsprechenden zweizeiligen Pflanze plötzlich ein dreizähliger Seitensproß auf. Das ist deshalb bemerkenswert, weil hier offenbar nicht wie bei der weißblühenden *Phaseolus multiflorus* von dem Verschwinden eines Merkmals gesprochen werden kann. Man hat nämlich immer wieder darauf hingewiesen, daß fast alle bisher beobachteten Allogonien als Verlustallogonien anzusehen sind. Wäre dem allgemein so, dann könnte man nicht einsehen, wie sich die Organismenwelt in aufsteigender Linie bewegen sollte.

Die Verwertung des Abnormen und Pathologischen in der Pflanzenkultur. (*H. Molisch*, Vortr. d. Ver. z. Verbreitg. naturw. Kenntn. in Wien, 56, 1916.) In einem kurzen Vortrag führt *Molisch* aus, wie das, was vom Standpunkt der Pflanze aus gesehen als abnorm oder pathologisch erscheint, mitunter gerade das Ziel gärtnerischer oder landwirtschaftlicher Züchtung wird. Diese Tatsache wird durch eine Reihe von Beispielen erläutert. Hierher gehört z. B. die bei vielen Zierpflanzen vorhandene sogenannte Panaschierung, die sich darin äußert, daß die Blätter ein weiß und grün oder gelb und grün gesprenkeltes Aussehen besitzen. Diese Erscheinung kommt dadurch zustande, daß an den verblähten Stellen das Chlorophyll nicht oder nur mangelhaft ausgebildet ist. Da nun gerade das Chlorophyll bei der Ernährungstätigkeit der Pflanze eine hervorragende Rolle spielt, so scheiden die hellen Partien von der Stoffproduktion aus, und damit hängt es auch zusammen, daß total panaschierte Pflanzen nicht existenzfähig sind. Worauf die Panaschierung im einzelnen beruht, ist noch nicht eindeutig klaggestellt. In manchen Fällen handelt es sich um eine infektiöse Erkrankung, die bei Pfropfungen auch auf die Unterlage übertragen werden kann. Als weiteres Beispiel führt *Molisch* die „Vergeilung“ an. Diesen Vorgang, der beim Aufenthalt normal grüner Pflanzen im Dunkeln einsetzt und ebenfalls mit einer Unterdrückung der Chlorophyllbildung verbunden ist, kann man sehr leicht beim Auskeimen von Kartoffeln im Keller beobachten. Da die vergeilten Gewebe sich vielfach durch große Zartheit und Weiche auszeichnen, so spielt die künstliche Vergeilung in der Gemüsezucht eine große Rolle. So

werden die Spargelsprosse, wenn sie die Erdoberfläche erreichen, mit hohen Tonglocken zugedeckt und die dicht stehenden Blätter der Endivie werden zu einem Schopf zusammengebunden. So kommt im Innern durch die Verdunklung das vergeilte „Herz“ zustande. Durch Selektion ist es dann gelungen, Salatformen mit ungewein dichter, eng zusammenschließender Beblätterung zu erzielen, die also von selbst einen Kopf bilden (Kopfsalat). Von den weiter angeführten Belegen (Trauerbäume, Verbänderung, Blütenfüllung, Blütendurchwachsung usw.) soll hier nur noch auf einen hingewiesen werden: „die Jungfernfruchtigkeit“ (Parthenokarpie). Es ist schon lange bekannt, daß manche Kulturpflanzen schöne, große Früchte ansetzen, ohne befruchtet zu sein (Banane, Gurke). Sie besitzen zwar keine keimfähigen Samen und müssen vom Züchter künstlich auf vegetativem Wege vermehrt werden. Aber gerade dieser Mangel kann in besonderen Fällen von großem Vorteil sein (Kernobst, Steinobst). So geht schon lange das Streben der Landwirte dahin, kernlose Äpfel zu kultivieren, und das ist in manchen Fällen auch schon gelungen. Leider sind aber bis jetzt bloß die Kerne geschwunden, nicht aber das vielleicht noch störende Gehäuse. Auch die Birnen- und Pflaumenzucht hat schon ähnliche Erfolge zu verzeichnen: die sogenannte kernlose Pflaume besitzt Steine von weicher Beschaffenheit und es wird vielleicht gelingen, die Steinbildung vollständig zu unterdrücken. Auf diesem Gebiet ist also noch viele weitere Arbeit erforderlich.

Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen. (Hans Winkler, *Zeitschr. f. Bot.* 8, 1916.) An die Entdeckung, daß *Oenothera gigas*, die von *de Vries* aus *O. Lamarckiana* gezüchtete Riesenmutante, in ihren Kernen doppelt soviel Chromosomen besitzt als die Mutterform, schlossen sich bald weitere interessante Beobachtungen an, die zutage förderten, daß in dem Formenkreis der Gattung *Oenothera* vielfach den Änderungen in der Gestalt solche im Chromosomensatz parallel gehen. Damit erhob sich naturgemäß die Frage, ob die Änderung der Chromosomenzahl ebenso wie die gleichzeitige Wandlung der sonstigen Eigenschaften nur ein Ausfluß des „Mutationsvermögens“ ist, oder ob nicht vielleicht die Vermehrung des Chromosomensatzes als primärer Vorgang anzusehen ist, der eben die Gesamtheit der „Gigas“-Merkmale (Vergrößerung der Zellen, hohe Statur, kräftiger Wuchs usw.) nach sich zieht. Wäre dies der Fall, so hätten wir damit einen wichtigen Beleg für die Abhängigkeit äußerer Merkmale von der Kernstruktur. Eine Sicherheit darüber war aber erst zu erwarten, wenn es gelang, experimentell Individuen mit verdoppeltem Chromosomensatz herzustellen. Über solche Versuche berichtet *Winkler*. Seine Methode beruhte auf der Überlegung, daß eine Verdoppelung der Chromosomenzahl wahrscheinlich durch Kernverschmelzung zustande käme. Solche Verschmelzungen werden sich aber besonders leicht an den Verwachsungsstellen von Pfropfungen vollziehen; andererseits haben frühere Arbeiten von *Winkler* gezeigt, daß dann, wenn man bei Solanumkeilpfropfungen das aufgesetzte Reis an der Verwachsungsnaht durch einen glatten Schnitt abtrennt, aus der Wundfläche zahlreiche Adventivknospen hervorstehen. Es be-

stand also die Möglichkeit, daß diese Adventivbildungen unter Umständen ihren Ausgang von einer Zelle nehmen konnten, in der Kernverschmelzung und damit Chromosomenverdoppelung eingetreten war. Dann mußten alle Zellkerne des Schößlings diese vermehrte Chromosomenzahl besitzen. Tatsächlich ist es *Winkler* gelungen, unter einem sehr großen Beobachtungsmaterial solche Adventivsprosse zu finden, die dann als Setzlinge zu selbständigen Individuen gezogen werden konnten. Von der größten Bedeutung ist es nun, daß alle diese Pflanzen die typischen Merkmale der Gigasformen trugen. Und da eine solche morphologische Umgestaltung einzig und allein an den Adventivsprossen erkennbar war, die einen verdoppelten Chromosomensatz aufwiesen, so schließt *Winkler* mit Recht, daß die Gigaseigenschaften ein Ausfluß der Chromosomenverdoppelung sind. Diese Erfahrungen dürfen wohl auch auf die *Oenothera*formen übertragen werden, und es ist wahrscheinlich, daß das Vermögen, Gigasformen zu bilden, unter den höheren Pflanzen weiter verbreitet ist. Dies ist das eine wichtige Resultat der Arbeit. Im weiteren Verfolg gelangte *Winkler* aber noch zu anderen, sehr bemerkenswerten Feststellungen. Es zeigte sich nämlich, daß in den verschiedenen Geweben eines Individuums die Chromosomenzahlen keineswegs so konstant sind, als man bisher angenommen hat. Diese Tatsache ist der Beobachtung bisher wohl deshalb entgangen, weil die zytologische Untersuchung sich hauptsächlich auf embryonale Zellen erstreckte. *Winkler* untersuchte nun die Kerne in verschiedenen differenzierten Geweben (Mark, Kollenchym usw.) und fand dabei neben Zellen, in denen bloß 1—3 überschüssige Chromosomen vorhanden waren, auch solche mit doppeltem bis achtfachem Chromosomensatz. Ein derart abweichendes Verhalten fordert natürlich zu einer Erklärung heraus, und *Winkler* denkt dabei an die Beziehungen zwischen Kern- und Zellgröße. Daß eine solche besteht, ist ja seit langem bekannt. Wächst eine Zelle über das normale Maß hinaus, dann bleiben ihr zwei Möglichkeiten: entweder Vermehrung der Kerne (einzellige Algen, die oft viele Meter lang werden, Milchröhren der höheren Pflanzen) oder aber Vergrößerung des Kerns unter Vermehrung des Chromosomenbestands. Ein prinzipieller Unterschied zwischen diesen zwei Wegen besteht nicht, da nach *Winklers* Ansicht die Kerne mit einem Vielfachen des normalen Chromosomensatzes durch Verschmelzungsvorgänge zustande kommen. Beachtung verdient nach dieser Richtung, daß für die Gigasformen gerade die erhebliche Zellgröße eines der charakteristischsten Merkmale ist. Es wäre äußerst wünschenswert, wenn die Untersuchungen *Winklers* über die Schwankungen der Chromosomenzahlen innerhalb eines einzelnen Individuums auf möglichst zahlreiche Objekte ausgedehnt würden. Sollte es sich dabei herausstellen, daß es sich hier um eine weit verbreitete Erscheinung handelt, so ist damit die Chromosomentheorie (besonders nach ihren vererbungstheoretischen Abzweigungen) trotzdem in keiner Weise gefährdet, da ja die Wandlungen des Chromosomenbestands außerhalb der Keimbahnen liegen und die Konstanz von Generation zu Generation somit erhalten bleibt.

P. Stark, Leipzig.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin

Heft 6.

9. Februar 1917.

XXXVIII. Jahrgang.

INHALT:

Hermann von Vöchting. Zu seinem 70. Geburtstage. Von Prof. Dr. C. Correns, Berlin-Dahlem. S. 81.

Generationswechsel und Kernphasenwechsel. Von Dr. Harald Kylin, Upsala. S. 84.

Besprechungen:

Grimsehl, E., Lehrbuch der Physik. Von F. A. Schulze, Marburg. S. 88.

Lorentz, H. A., The Theory of Electrons and its Applications to the Phenomena of Light and Radiant Heat. Von G. Hertz, Berlin. S. 88.

Lassar-Cohn, Die Chemie im täglichen Leben. Von J. Koppel, Berlin-Pankow. S. 89.

Gmelin-Kraut's Handbuch der anorganischen Chemie. Von J. Koppel, Berlin-Pankow. S. 89.

Glikin, W., Methodik der Stoffwechselanalyse. Von H. Pringsheim, Berlin. S. 89.

Physikalische Mitteilungen:

Hauptfragen der Lufterlektrizität. Beweglichkeiten der Gasionen. Erzeugung elektromotorischer Kräfte durch die Beschleunigung

von Metallionen. Strahlen hinter einer Kathode. Thermionenströme. Berechnung der Sonnentemperatur. Titanoxyd. Annahme der Theorie der anomalen Dispersion. Zur Bestimmung des Brechungsindex und der Dispersion von Glas. Vergrößerung von Negativen ohne Benutzung von Objektiven. Die Resonanzstrahlung des Quecksilberdampfes. S. 89-93.

Ornithologische Mitteilungen:

Die Kenntnis der Vogelfauna Siam's. Beobachtungen an Kanarienvogeln. Bibliographie der englischen Ornithologie. S. 93-94.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg. S. 94-96.

Verlag von Julius Springer in Berlin W9

Vor kurzem erschienen:

Chemiker-Kalender 1917

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann

XXXVIII. Jahrgang

In zwei Bänden

I. und II. Teil in Leinwand gebunden Preis Mark 4.80

I. Teil in Kunstleder, II. Teil in Leinwand gebunden Preis Mark 5.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Die Reizbewegungen der Pflanzen.

Von

Dr. Ernst G. Pringsheim,

Privatdozent an der Universität Halle.

Mit 96 Abbildungen.

1912. Preis M. 12.—; in Leinwand gebunden M. 13.20.

Pflanzenphysiologie.

Von

Dr. W. Palladin,

Professor an der Universität St. Petersburg.

Mit 180 Textfiguren.

Bearbeitet auf Grund der 6. russischen Auflage.

1911. Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 9.—.

Umwelt und Innenwelt der Tiere.

Von

J. von Uexküll,

Dr. med. hon. c.

1909. Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.—.

Die chemische Entwicklungserregung des tierischen Eies.

(Künstliche Parthenogenese.)

Von

Jacques Loeb,

Professor der Physiologie an der University of California in Berkeley.

Mit 56 Textfiguren.

1909. Preis M. 9.—; in Leinwand gebunden M. 10.—.

Über das Wesen der formativen Reizung.

Von

Jacques Loeb,

Professor der Physiologie an der University of California in Berkeley.

Vortrag, gehalten auf dem XVI. Internat. Medizin. Kongreß in Budapest 1909.

1909. Preis M. 1.—.

Die Variabilität niederer Organismen.

Eine deszendenztheoretische Studie.

Von

Dr. Hans Pringsheim.

1910. Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

9. Februar 1917.

Heft 6.

Hermann von Vöchting.

Zu seinem 70. Geburtstage.

Von Prof. Dr. C. Correns, Berlin-Dahlem.

Am 8. Februar feiert einer der hervorragendsten Pflanzenphysiologen, der ordentliche Professor der Botanik und Direktor des botanischen Instituts und Gartens in Tübingen, *Hermann v. Vöchting*, seinen 70. Geburtstag. Eine echt germanische Erscheinung, geboren in Blomberg am Fuße des Teutoburger Waldes, stammt er aus einer Gärtnerfamilie und wurde zunächst selbst zum Gärtner bestimmt und ausgebildet. Am Königlichen Botanischen Garten in Berlin wurde der damalige Direktor, *Alexander Braun*, auf ihn aufmerksam; er hat das Verdienst, den jungen Mann richtig eingeschätzt und für die Wissenschaft gewonnen zu haben. Auch *L. Kny* war *Vöchtings* Lehrer und später arbeitete er noch bei *N. Pringsheim*. Im Jahre 1873 promovierte er in Göttingen und 1874 erfolgte die Habilitation in Bonn. Er wurde dort sehr bald Extraordinarius und schon 1878 Ordinarius in Basel. 1887 ging er nach Tübingen, und der württembergischen Landesuniversität ist er dann treu geblieben, ohne diesen relativ kleinen Wirkungskreis mit einem größeren, glänzenderen, aber auch mehr Amtslasten bietenden vertauschen zu wollen. 30 Jahre lang hat er hier als begeisterter Lehrer der akademischen Jugend gewirkt. Im übrigen ging er still im Kreise der Familie seinen Problemen nach, am Mikroskop und unter seinen Versuchspflanzen, die er eigenhändig pflegt und deren jede ihm ans Herz gewachsen ist, und lebte auch seinen literarischen Neigungen, die sich schon durch die stets sorgfältige, gewählte Darstellungsweise aller seiner Arbeiten verraten.

Vöchting hat nie viel Versammlungen und Kongresse besucht; auch eine eigentliche Schule hat er nicht begründet, wie sie etwa *Nägeli*, *De Bary*, *Sachs* oder *Schwendener* und *Pfeffer* gehabt haben, obwohl auch aus dem Ausland junge Forscher zu ihm gekommen sind, um unter seiner Leitung zu arbeiten. Er hat auch kein Hand- oder Lehrbuch geschrieben. Die Versenkung in seine Probleme ist ihm immer über alles gegangen.

Vöchtings erste wissenschaftliche Arbeiten waren der Entwicklungsgeschichte und Anatomie einiger interessanter Pflanzengruppen, unseren einheimischen Tausendblättern (*Myriophyllum*), den Rhipsalideen (einer Gruppe der Kaktusgewächse) und den schönblütigen, tropischen Melastomaceen, gewidmet. Manche der dabei gemachten Beobachtungen haben sich später als sehr fruchtbar erwiesen; in seiner Eigenart hat sich

Vöchting aber doch erst entfaltet, als er nach seiner Übersiedlung nach Bonn mit experimentellen morphologischen und anatomischen Untersuchungen begann. Diesem Arbeitsgebiet — der Entwicklungsmechanik, würde man jetzt mit *W. Roux* sagen — ist er seitdem im wesentlichen treu geblieben. Dabei kam ihm seine praktische Erfahrung als Gärtner außerordentlich zu statten. Aus ihr heraus hat er nicht nur seine Versuchsobjekte mit oft staunenswertem Geschick zu behandeln gewußt; auch der Problemstellung und dem zur Lösung des Problems eingeschlagenen Wege ist sie zu gute gekommen. Ein guter Teil des zweiten Bandes der „Organbildung“ ist direkt eine Theorie des Obstbaumschnittes.

Als *Vöchting* sich der experimentellen Morphologie zuwandte, herrschten in der Pflanzenphysiologie Anschauungen, die von *Schleiden* herstammten und von *W. Hofmeister*, auch noch von *J. Sachs*, vertreten worden waren, und die alle Lebensvorgänge womöglich restlos auf einfachste physikalische und chemische Vorgänge zurückführten. Es war das die gesunde Reaktion auf die vorhergehende vitalistische Auffassung gewesen; sie ging aber, wie das meist der Fall ist, über das Ziel hinaus, indem man sich nun die Vorgänge viel zu einfach vorstellte. *Vöchting* hat von Anfang an darauf hingewirkt, daß die inneren Kräfte neben den äußeren beachtet und der Geltungsbereich beider gegeneinander abgegrenzt würde. Es ist das der Standpunkt, den wir heute wohl alle vertreten: daß der Organismus, so wie er sich uns zeigt, stets von äußeren und von inneren, erblichen Ursachen bedingt ist. Die einen sind nicht ohne die anderen wirksam zu denken. Diese „inneren“ Kräfte, vor allem die gestaltbildenden, von ihm „morphologisch“ genannten, hat er aber von Anfang an als im Prinzip nicht verschieden von den physikalischen und chemischen Kräften angesehen. Weitgehende Komplikation war ihm nicht mit Lebenskraft identisch.

Einer der ersten und einfachsten, aber charakteristischen Versuche *Vöchtings* mag uns den damals gemachten Fortschritt etwas näher zeigen. Sieht man sich eine blühende Pflanze unseres allbekannten Klatschmohns genauer an, so muß auffallen, daß die ganz junge Blütenknospe auf geradem, aufrechtem Stiel senkrecht nach oben sieht, daß sich dann vor dem Aufblühen der Stiel an der Spitze hakenförmig biegt, so daß die Knospe nun senkrecht nach unten hängt, und daß die offene Blüte endlich auf geradem, aufrechtem Stiel wieder senkrecht nach oben sieht. Zunächst hatte man die auffällige Krümmung des Stieles nach unten als eine Lastkrümmung unter dem Ge-

wicht der immer schwerer werdenden Knospe aufgefaßt, etwa so, wie die Krümmung einer leichten, aufrecht gehaltenen und an der Spitze stark beschwerten Rute; durch das Erstarken des bis dahin weichen Stieles würde die Knospe schließlich wieder gehoben und aufgerichtet. A. Frank war mit seiner Ansicht, daß eine „Stimmungsänderung“ der Knospe gegenüber dem Schwerkraftreiz vorliege — die Knospe sollte zuerst negativ, dann positiv, endlich wieder negativ geotropisch sein —, nicht durchgedrungen, zumal da De Vries gefunden hatte, daß sich der gebogene Stiel nach Abschneiden der Knospe in kurzer Zeit gerade streckte — wie die Rute nach Entfernung der Last an ihrer Spitze. Vöchting zeigte nun, daß der gekrümmte Stiel sich auch dann gerade streckt und aufrichtet, wenn man die abgeschnittene Knospe mit einem feinen Faden wieder an seiner Spitze befestigt, ja daß man statt der einen drei abgeschnittene Knospen anhängen kann, ohne die Aufrichtung zu verhindern. Damit war also bewiesen, daß die Krümmung aktiv, nicht passiv ist, und weitere Versuche zeigten, daß die Schwerkraft sie bedingt und die Stimmung wirklich zweimal wechselt, wie Frank angenommen hatte, auch daß eine tiefgehende Korrelation zwischen Stiel und Knospe bestehen muß. Besonders merkwürdig war der Nachweis, daß die Entfernung des *Fruchtknotens*, und nur diese, das veränderte Verhalten des Stiels nach dem Abschneiden der Knospe bedingt.

In seinem ersten, grundlegenden Werke, der „Organbildung im Pflanzenreich“ (Bd. I 1878, Bd. II 1884), hat Vöchting den Gegensatz zwischen *Spitze und Basis* der Organe (Sproß, Wurzel, Blatt) höherer Pflanzen nachgewiesen und eingehend studiert. Ein Beispiel soll zeigen, um was es sich handelt. Ein aufrecht in den feuchten Boden gesteckter Weidenzweig treibt unten, in der Erde, Wurzeln, oben, an der Spitze, neue belüftete Sprosse. Hängt man aber zwei streng vergleichbare Weidenzweigstücke unter den ganz gleichen Bedingungen im feuchten Raume so auf, daß bei dem einen das ursprünglich nach der Spitze zu liegende Ende nach oben, bei dem anderen nach unten sieht, so verhalten sich beide Stücke, trotz der verschiedenen Orientierung zum Erdmittelpunkt, im wesentlichen unverändert gleich; bei dem einen wachsen also die Knospen am oberen, bei dem anderen am früher oberen, nun unteren Ende aus. Daraus schloß Vöchting, daß bei Gleichheit des äußeren Mediums innere Ursachen einen Gegensatz von Spitze und Basis, eine „Polarität“ der Zweigstücke, bedingen, ohne damit ausschließen zu wollen, daß außerdem auch äußere Einflüsse wirksam, sogar sehr wirksam sein können. Seitdem ist über dies Problem viel experimentiert und gestritten worden, mit dem wohl endgültigen Resultat, daß durch äußere Eingriffe die innere Polarität wohl *verdeckt*, aber nicht wirklich *aufgehoben* werden kann.

Später hat Vöchting nachweisen können, daß

dieselbe Polarität, wie sie einem ganzen Sproß, einer Wurzel usw. zukommt, schon bei den einzelnen *Zellen* vorhanden ist, aus denen sich ein solches Organ aufbaut. Er schloß das aus den umfangreichen Versuchen, die in seiner „Transplantation am Pflanzenkörper“ (1892) veröffentlicht sind. Wird ein Stück Gewebe oder ein ganzes Organ, z. B. ein abgelöster Rindenring, an der alten Stelle mit normaler Orientierung wieder eingesetzt, so heilt es leicht ein, ohne wesentliche Störungen im anatomischen Bau an der Verwachsungsstelle. Dreht man das Stück aber um, daß oben und unten vertauscht sind, und setzt es so ein, so treten beim Verwachsen mehr oder weniger weitgehende Störungen auf; und werden diese überwunden, so zeigt sich bei der histologischen Untersuchung, daß in charakteristischer Weise ein Anschluß der verkehrt orientierten Zellen des eingesetzten Stückes an die Zellen der Unterlage hergestellt worden ist, so daß immer Spitze der einen und Basis der anderen aneinander stoßen.

Schon aus seinen Regenerationsversuchen mit Lebermoosen (Marchantien, 1885) hatte Vöchting auf die Existenz polar gebauter Zellen schließen können. Diese letzteren Untersuchungen haben auch noch ein anderes, außerordentlich wichtiges Ergebnis geliefert. Man kann den Vegetationskörper eines solchen Lebermooses mit einem scharfen Messer zu einem grobkörnigen Brei zerhacken, dessen umfangreichste Stücke etwa einen halben Kubikmillimeter groß sind, während die kleinsten aus wenigen Zellen bestehen. Streicht man den Brei auf feuchten Sand, so bildet die weitaus größte Mehrzahl der Stückchen Adventivsprosse. Damit ist nahezu streng der Beweis geführt, daß auch *jede einzelne vegetative Zelle* potenziell den *ganzen Organismus* enthält. Diese Tatsache entzieht den Theorien den Boden, die, auf zoologischem Gebiet entstanden, mit einem Auseinanderlegen von Determinanten während der Entwicklung, mit erbungleichen Teilungen, arbeiten. Diesen Boden kann ihnen auch die Hilfhypothese vom „Reserve-Idioplasma“ nicht wiedergeben.

Noch auf einem anderen Gebiete der Vererbungslehre griffen Vöchtings Arbeiten ein. Bei den schon erwähnten Transplantationsversuchen wurde auch die Frage der *Pfropfbastarde* kritisch und experimentell eingehend studiert und die gegenseitige Beeinflussung der Symbionten bei einer Pfropfung so aufgefaßt, wie wir es heute tun müssen: daß es sich dabei nur um Ernährungseinflüsse im weitesten Sinne, nicht um spezifische Einflüsse handelt.

Die eingangs erwähnten Versuche mit den Blütenknospen des Klatschmohns sind den „Untersuchungen über die Bewegungen von Blüten und Früchten“ (1882) entnommen. Hier und in späteren Untersuchungen hat Vöchting an Hand schlagender Experimente gezeigt, wie die Orientierung und die Form der Blüten von inneren und äußeren Einflüssen bedingt werden. In den

einen Fällen, z. B. beim Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*), spielen die äußeren Ursachen beim Zustandekommen der Zygomorphie die Hauptrolle, in den anderen, z. B. bei der schönblütigen *Amaryllis formosissima*, fast ausschließlich die inneren Ursachen. Wieder in anderen Fällen wirken beide Ursachen nebeneinander. Unter den äußeren tritt in erster Linie die Schwerkraft, in zweiter das Licht hervor; es gelang aber Vöchting etwas später zu zeigen, daß auch die Wärme eine wichtige Rolle spielen kann (bei den Blütenbewegungen der *Anemone stellata*).

Bei diesen Versuchen über die Orientierung und Ausbildung der Blüten entdeckte Vöchting auch die „*Rectipetalität*“ (später in „*Autorthotropismus*“ umgetauft), das sehr merkwürdige Ausgleichungsbestreben, das Organe wieder gerade streckt, die sich auf einen Reiz hin, z. B. von Schwerkraft oder Licht, gekrümmt hatten, sobald man sie noch rechtzeitig der weiteren Wirkung dieses Reizes (und neuer Reize) durch eine geeignete Versuchsanstellung (Drehen am Klino-staten) entzieht.

Eine andere von Vöchting entdeckte Reizbewegung ist die *Psychroclinie*. Manche krautigen Sprosse, die bei gewöhnlicher oder höherer Temperatur aufrecht oder aufsteigend wachsen, legen sich bei sinkender, niedriger Temperatur mehr oder weniger horizontal dem Boden an. Dabei kann es sich um eine direkte Wirkung der Temperatur oder um eine Änderung der geotropischen Reaktionsfähigkeit infolge der Temperaturänderung handeln.

So schwer, wie sich der „Stimmungswechsel“ eines Organes, der es unter dem Einfluß desselben Reizes zuzeiten positiv, zuzeiten negativ reagieren läßt, durchgesetzt hat, konnte sich auch anfänglich die Vorstellung Franks (und Darwins) Geltung verschaffen, daß es nicht nur Organe geben solle, die einem bestimmt gerichteten äußeren Reize, z. B. dem Lichte, gegenüber eine negative oder eine positive Reaktion ausführen, sondern auch solche Organe, die sich *quer* (transversal) zur Angriffsrichtung des Reizes stellten. Auch hier haben die Untersuchungen Vöchtings (mit Malvenblättern, 1888) wesentlich zur Klärung der Sachlage und zum Siege der neuen Anschauung beigetragen. Sehr wichtig war das weitere Ergebnis, daß sich die Blattspreite von ihrem Stiel, mit dem sie durch ein Gelenk verbunden ist, in die richtige Lage bringen lassen kann. Es war das einer der ersten Fälle, wo Reizperzeption (hier durch die Blattspreite) und Reaktion (hier die des Blattstieles) räumlich getrennt werden konnten. Auch die Abhängigkeit der Entwicklung des Laubblattes von seiner Assimilationstätigkeit hat er, durch Versuche im kohlenstofffreien Raum, studiert.

In einer anderen Arbeit (1893) untersuchte Vöchting den Einfluß des Lichtes auf die *Blütenbildung*. Es gibt Gewächse, die neben offenen auch geschlossenbleibende, zuweilen fast ausschließ-

lich geschlossene (kleistogame) Blüten ausbilden. Durch die Arbeit der Blütenbiologen war es bekannt, daß sich das gegenseitige Zahlenverhältnis durch äußere Einflüsse verschieben läßt. Man hatte aber meist die Temperatur als wirksam angenommen; zunehmende Wärme sollte offene, abnehmende geschlossene Blüten hervorrufen. Vöchting zeigte nun für viele Fälle den überwiegenden Einfluß der *Beleuchtung* (die sich ja im Freien im allgemeinen parallel der Temperatur ändert); es gelang ihm ferner durch das gleiche Mittel — Herabsetzung des Lichtgenusses — Pflanzen, die sonst offen blühen, zur Bildung von Blüten zu zwingen, die kleistogamen ganz ähnlich waren. Durch schwache Belichtung ließ sich auch eine Pflanze (*Mimulus Tilingii*) ganz in vegetativem Wachstum erhalten; während sie sonst reich und willig blühte, war während dieser Zeit die geschlechtliche Tätigkeit ganz ausgelöscht. — Wie nun das Licht wirkt, direkt oder auf dem Umwege der Ernährung, ist eine weitere Frage.

Wieder ein anderes Gebiet betrat Vöchting mit seinen Arbeiten über die *Blattstellung*. Einerseits konnte er zeigen, daß auch sie durch äußere Bedingungen beeinflussbar ist, speziell erwiesen sich bei manchen untersuchten Objekten (Kaktusgewächsen) die räumlichen Verhältnisse am Sproßscheitel, an der Bildungsstelle der Blätter veränderbar, und damit natürlich auch deren fertige Stellung. Andererseits wurde er durch seine entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen zur Opposition gegen die Rolle der mechanischen Faktoren geführt, speziell gegen das Vorhandensein und damit die Wirkung eines Kontaktes zwischen den jüngsten Blattanlagen. Diese Faktoren waren allzusehr in den Vordergrund gestellt worden; ihnen gegenüber betonte Vöchting zuerst wieder aufs nachdrücklichste, und mit Recht, die Bedeutung der inneren, erblichen Bedingungen.

Teilweise im Zusammenhang mit diesen Fragen steht eine sehr interessante Studie über die *Blütenanomalien*, speziell Pelorien, der *Linaria spuria*, eines kleinen, in Südwestdeutschland häufigen Ackerunkrautes (1898). Die damals noch wenig übliche, sehr umfangreiche statistische Untersuchung zeigte, daß sich die verschiedenen Anomalien um die normalen Blüten nach der Gaußschen Wahrscheinlichkeitsformel ordnen; die „normale“ Blüte stellt nur einen Mittelwert dar, um den sich die übrigen Formen gesetzmäßig gruppieren. Es wird ferner die Entwicklungsgeschichte der anomalen mit der der normalen Blüten verglichen und endlich geprüft, ob äußere Einflüsse die Bildung der anomalen Blüten begünstigen, bei der genannten Art mit negativem Erfolg.

Eine andere Gruppe experimentell-morphologischer Probleme, denen sich Vöchting in den letzten dreißig Jahren (seit 1887) wiederholt und intensiv gewidmet hat, bieten jene Gewächse, die, wie Kartoffel, Topinambur, Dahlien, Rüben usw.,

ihre Reservestoffe in *Knollen* ablagern. Zunächst galt es, die Bedingungen festzustellen, die den Ort bestimmen, wo die Knolle entsteht, und die ihr Wachstum regeln. Von den äußeren Ursachen erwies sich als ganz besonders wirkungsvoll das Licht, daneben auch Schwerkraft, Feuchtigkeit und Wärme. Dann ließ sich zeigen, daß durch geeignete Versuchsanstellung eine sonst nur der Speicherung dienende Knolle in den Grundstock der Pflanze eingefügt und dadurch gezwungen werden kann, ganz neue Funktionen zu übernehmen, die nun ihrerseits den anatomischen Bau der Knolle beeinflussen. Eine Kartoffel bildet z. B., wenn sie die Verbindung zwischen dem Sproß und den Wurzeln herstellen muß, nicht nur Leitgewebe aus, sondern auch mechanische, der Festigung dienende Zellen. Es gelang aber auch, den Ort der Knollenbildung ganz zu verlegen, indem zwar die Blätter das Material für die Knollenbildung durch ihre Assimilationstätigkeit bilden durften, aber die Knollenbildung am gewohnten Ort, und dadurch die normale Ablagerung der gebildeten Reservestoffe, verhindert wurde. Auf diese Weise entstanden nicht nur Ernährungshypertrophien, sondern auch Neubildungen. Pflanzen, die sonst ihr Reservematerial in Stengelknollen ablagern, speicherten es nun z. B. in knollig verdickten Blattstielen, die ihrerseits dann im anatomischen Bau Züge der typischen Speicherorgane bekamen. Damit waren neue, wichtige Korrelationserscheinungen aufgedeckt.

Das letzte Werk *Vöchtings* sind seine 1908 erschienenen „Untersuchungen zur experimentellen Anatomie und Pathologie des Pflanzenkörpers“. Hier stehen Aufgaben im Vordergrund, die ihn schon lange Zeit, wenn auch nicht immer in erster Linie, beschäftigt hatten, „durch Versuche und Beobachtung festzustellen, welche Bedingungen die Bildung besonderer Gewebeformen hervorrufen, ihre Entwicklung beeinflussen, oder welche Wirkung die äußeren Lebensbedingungen im Ganzen auf den Bau des Körpers ausüben“, kurz eine *experimentelle Anatomie und Pathologie*. Das Buch enthält eine Menge neuer Beobachtungen und anregender, zum Teil ganz überraschender Gedanken; doch würde es zu weit führen, sollte auf das Einzelne eingegangen werden.

Auch das übrige hier Mitgeteilte besteht ja nur aus Stichproben aus dem Wichtigsten, was *Vöchting* in nicht sehr zahlreichen, aber um so schwerer wiegenden Arbeiten für die Botanik, und darüber hinaus für die Entwicklungsmechanik überhaupt, seit mehr als vierzig Jahren geleistet hat. Es wird jedoch genügen, um seine bahnbrechende Bedeutung auf diesem Gebiete wenigstens einigermaßen hervortreten zu lassen.

Überall finden wir in *Vöchtings* Arbeiten die Anzeichen dafür, daß das, was er veröffentlicht hat, nur ein Bruchteil dessen ist, was er untersucht hat, und überall wird auf neue Fragen hingewiesen. Darum hoffen wir, daß es dem Jubilar

im nächsten Jahrzehnt seines Lebens noch möglich sein wird, in völliger Gesundheit und Frische nicht nur viele von den angefangenen Untersuchungen zu Ende zu führen, sondern auch noch neue in Angriff zu nehmen und abzuschließen.

Generationswechsel und Kernphasenwechsel.

Von Dr. Harald Kylin, Upsala,
Privatdozent an der Universität.

Der Begriff des Generationswechsels stammt aus der Zoologie und wurde zuerst von *Adalbert v. Chamisso* angewendet. Dieser zeigte, daß bei den Salpen, einer Tunikatengruppe, ein regelmäßiger Wechsel stattfindet zwischen solchen, welche frei, jede für sich, leben (Solitärsalpen), und solchen, welche in Kolonien, mehrere beisammen, auftreten (Kettensalpen). Für diesen Wechsel verwendete *Chamisso* das Wort Generationswechsel, und betonte besonders, daß Mutter- und Tochterindividuen einander immer ungleich, Geschwisterindividuen einander immer gleich sind. Die Enkel gleichen also immer den Großeltern.

Innerhalb der Botanik wurde der Begriff des Generationswechsels zuerst von *Hofmeister* in seiner grundlegenden Arbeit über die Entwicklungsgeschichte der Farne und Moose (1851) verwendet. Der vollausgebildete Farn — das in der Umgangssprache sogenannte Farnkraut — ist eine ungeschlechtige Generation, welche sich mit Hilfe von Sporen fortpflanzt. Diese bilden sich in besonderen Sporenbehältern, Sporangien, welche, zu braunen Gruppen vereinigt, an der Unterseite des Blattes sitzen. Beim Keimen der Sporen entsteht nicht ein neuer Farn, sondern eine kleine unregelmäßige grüne Scheibe, die man als Vorkeim oder Prothallium bezeichnet. An der Unterseite dieser Scheibe bilden sich männliche und weibliche Geschlechtsorgane, sie stellt also eine geschlechtliche Generation dar, und nachdem eine Befruchtung stattgefunden hat, wächst das Ei zu einer Farnpflanze heran, also zu einer ungeschlechtigen Generation. Wir finden also einen regelmäßigen Wechsel zwischen geschlechtigen und ungeschlechtigen Generationen, in derselben Art, wie wir bei den Salpen einen regelmäßigen Wechsel zwischen Kettensalpen und Solitärsalpen hatten.

Es muß erwähnt werden, daß die beiden Generationen der Farne einander in morphologischer Hinsicht sehr unähnlich sind. Die geschlechtige besteht nur aus einer kleinen grünen Zellscheibe, während die ungeschlechtige gut ausgebildet und mit großen wohlentwickelten Blättern versehen ist.

Bei den Moosen bilden sich die geschlechtslosen Fortpflanzungskörper, die Sporen, in den sogenannten Mooskapseln. Beim Keimen erzeugen sie verzweigte Zellfäden, und aus diesen wächst die mit Stamm und Blättern versehene, eigentliche Moospflanze hervor. An den Spitzen der Zweige der

Moospflanze bilden sich männliche und weibliche Geschlechtsorgane; die Moospflanze ist also eine geschlechtige Generation. Nach der Befruchtung wächst das Ei und erzeugt eine Mooskapsel, die mit ihrem Stengel an der geschlechtigen Generation befestigt ist und ihre Nahrung aus derselben bezieht. Wir haben also auch bei den Moosen einen regelmäßigen Wechsel zwischen einer geschlechtigen und einer geschlechtslosen Generation, aber die beiden Generationen sind nicht so unabhängig voneinander wie bei den Farnen.

In der neueren Literatur bezeichnet man die geschlechtige Generation als Gametophyten, die geschlechtslose als Sporophyten.

Wie oben erwähnt, ist die geschlechtige Generation bei den Farnen im Vergleich zur ungeschlechtigen sehr schwach entwickelt.

Hofmeister hat seine Untersuchungen auch auf die höchststehenden Pteridophyten, die Bärlappgewächse (Lycopodiaceae) ausgedehnt. Er fand dabei, daß die geschlechtige Generation hier noch schlechter entwickelt ist, als bei den Farnen. Die höhere Entwicklung hat eine Reduktion der geschlechtigen Generation zur Folge gehabt.

Die Nadelhölzer (Gymnospermen) haben sich aus den Pteridophyten entwickelt, und eine Folge der höheren Entwicklung war auch hier eine Reduktion der geschlechtigen Generation. Die Pollenkörner repräsentieren die männliche Generation. Die weibliche Generation löst sich nicht von der Mutterpflanze, sondern bleibt an derselben befestigt und wird von ihr genährt.

Bei den höheren Pflanzen, den Angiospermen, ist die Reduktion noch weiter fortgeschritten. Hier fand *Hofmeister* nur noch die letzten Spuren eines Generationswechsels, der bei den Farnen so klar und deutlich vorliegt.

Hofmeisters bemerkenswerte Entdeckung eines Generationswechsels bei den höheren Pflanzen hatte natürlich zur Folge, daß man auch bei anderen Gruppen, vor allem bei den Algen und Pilzen, nach einem solchen Wechsel zu forschen begann. Mehrere Gelehrte arbeiteten an der Lösung dieser Frage, aber zu einer einheitlichen Anschauung konnte man nicht gelangen. Die Schwierigkeiten waren zu zahlreich und zu groß, und erst während der letzten zehn Jahre ist es der Forschung gelungen, die wichtigeren Tatsachen auf diesem Gebiete klarzustellen.

Die Jahre 1893 und 1894 können als ein Wendepunkt in der Erforschung des Generationswechsels bezeichnet werden. Damals versuchten nämlich *Overton* und *Strasburger* zum erstenmal, die Resultate der Zellenforschung für die Aufhellung des Generationswechsels bei den Pflanzen nutzbar zu machen. *Strasburger* zeigte, daß die Sporophyten bei den Farnen in ihren Zellkernen doppelt so viele Chromosomen haben, als die Gametophyten. Bei der Befruchtung findet eine Verschmelzung eines männlichen und eines weiblichen Zellkerns statt, und diese Verschmelzung führt mit Notwendigkeit zu einer Verdoppelung

der Chromosomenanzahl. Die neue Generation, die aus dem befruchteten Ei heranwächst, d. h. die geschlechtslose Generation, hat also die doppelte Anzahl von Chromosomen. Bei der Sporenbildung findet eine Reduktion dieser Anzahl statt, so daß jede Spore in ihrem Kern nur halb so viele Chromosomen hat, als der Zellkern des Sporophyten. Beim Keimen der Spore bildet sich die geschlechtige Generation, der Gametophyt, der also in seinen Zellkernen die reduzierte Anzahl Chromosomen enthält. Die beiden Generationen können also voneinander durch die verschiedene Chromosomenanzahl unterschieden werden, der Gametophyt hat die reduzierte, haploide, der Sporophyt hingegen die doppelte, diploide Chromosomenanzahl.

Infolge dieses neuen Einflusses von seiten der Zellehre änderte die Generationswechselfrage allmählich ihren Charakter. Sie war ursprünglich ein morphologisches Problem gewesen; man hatte das Hauptgewicht darauf gelegt, daß zwei Generationen von verschiedenem Aussehen miteinander wechselten. Nun wurde sie mehr und mehr zu einer cytologischen Frage, d. h. man stellte die Tatsache in den Vordergrund, daß Generationen mit einer verschiedenen Anzahl von Chromosomen in den Zellkernen einander ablösen.

Bei verschiedenen Kryptogamengruppen war es bis dahin schwer gewesen, die verschiedenen Generationen voneinander abzugrenzen. Nun schien man ein sicheres Mittel zu besitzen, um dieser Schwierigkeit abzuweichen. Man brauchte ja nur die Chromosomenzahl zu bestimmen, zu untersuchen, wo die Befruchtung und die Reduktionsteilung vor sich ging, und die Generationen waren damit festgestellt. Die haploide Generation bezeichnete man dann als Gametophyt, die diploide als Sporophyt.

Bald zeigte es sich indessen, daß die Namen Sporophyt und Gametophyt nicht überall besonders gut paßten, und um dem abzuweichen, führte *Lotsy* dafür die Begriffe x -Generation und $2x$ -Generation ein, welche zur Verwendung kommen sollten, wo sich jene Bezeichnungen als weniger geeignet erwiesen.

Mehrere Botaniker, vor allem *Goebel* und *Oltmanns*, haben indessen dagegen Einspruch erhoben, daß die Frage des Generationswechsels als eine bloß cytologische Frage aufgefaßt wurde, und immer wieder hervorgehoben, daß man bei der Abgrenzung der verschiedenen Generationen auch auf die morphologischen Verhältnisse Rücksicht nehmen müsse. Die verschiedenen Standpunkte miteinander auszugleichen, hat sich indessen als unmöglich erwiesen. Statt dessen haben sich Stimmen hörbar gemacht, welche verlangten, daß jeder der beiden Gesichtspunkte für sich behandelt werden müsse, das heißt, daß man das Problem einerseits als ein morphologisches, andererseits als ein cytologisches zu behandeln habe. In diesem Jahre (1916) haben drei Forscher unabhängig voneinander diesen Gedankengang aus-

gesprochen, nämlich *Renner* (Biol. Centralbl., Bd. 36), *Buder* (Ber. der deutsch. bot. Ges., Bd. 34) und *Kylin* (Zeitschr. für Bot., Bd. 8). Nach der Ansicht dieser Autoren sind die Generationen morphologisch zu begrenzen (möglicherweise unter Zuhilfenahme biologischer Verhältnisse); der Generationswechsel sei eine morphologische Frage. Von cytologischem Gesichtspunkt aus sollte man nicht von Generationen und Generationswechsel sprechen, da die morphologische Betrachtung dieser Frage historisch die ältere sei, sondern, nach dem übereinstimmenden Vorschlag der drei genannten Forscher, von Phasen und Phasenwechsel.

Eine Befruchtung führt immer zu einer Verdoppelung der Chromosomenanzahl, und diese Verdoppelung andererseits bedingt, daß irgendwann im Laufe der Entwicklung wieder eine Reduktion eintreten muß. Die Befruchtung und die Reduktionsteilung sind die Kardinalpunkte des Phasenwechsels. Mit der Befruchtung beginnt die diploide Phase, die sich dann bis zur Reduktionsteilung erstreckt, welche die haploide Phase eröffnet. Bei allen Organismen, sowohl Pflanzen als Tieren, muß, sobald die Fortpflanzung auf geschlechtlichem Wege erfolgt, ein Wechsel zwischen haploiden und diploiden Phasen stattfinden. Dagegen ist es keineswegs notwendig, daß ein Generationswechsel vorkommt. Dies läßt sich am besten an einigen Beispielen darlegen.

Besonders die Forschungen der letzten zehn Jahre über die Entwicklungsgeschichte der Rotalgen haben bei der Klarstellung des Unterschiedes zwischen Generations- und Phasenwechsel gute Dienste geleistet. Bei der Mehrzahl der Rotalgen gibt es zwei Arten von Individuen, einerseits solche, welche männliche oder weibliche Geschlechtsorgane tragen, andererseits solche, welche Sporen (Tetrasporen) besitzen. *Yamanouchi* hat zuerst nachgewiesen (1906), daß die tetrasporentragenden Individuen diploid sind, und daß bei der Sporenbildung eine Reduktionsteilung eintritt. Die Sporen sind haploid und erzeugen eine haploide, geschlechtige Generation. Nach der Befruchtung entsteht eine besondere Generation, ein Gonimoblast, der sich nicht von der Mutterpflanze freimacht, in organischem Zusammenhang mit derselben verbleibt und seine Nahrung aus ihr bezieht. Seine Form kann wechseln, aber in der Regel ist er mehr oder weniger rund, kugelförmig, und unterscheidet sich morphologisch stark von der geschlechtigen und der sporentragenden Generation. Die beiden letzteren hingegen gleichen einander morphologisch, wenn man von den Verschiedenheiten absieht, die durch die verschiedene Fortpflanzungsart bedingt sind. Der Gonimoblast pflanzt sich mittelst einer besonderen Art von Sporen, den Karposporen, fort. Diese sind, ebenso wie der Gonimoblast selbst, diploid, und bringen beim Keimen eine diploide, tetrasporentragende Generation hervor. Die geschilderten Florideen haben also drei Generationen: eine geschlechtige

(Gametophyt), eine Gonimoblastengeneration (Karposporophyt), und eine tetrasporentragende (Tetrasporophyt). Von cytologischem Gesichtspunkt aus haben wir zwei Phasen: eine haploide (Gametophyt) und eine diploide (Karposporophyt und Tetrasporophyt).

Bei einer anderen Florideengruppe fehlt die tetrasporentragende Generation, und die Reduktionsteilung tritt hier, wie kürzlich *Svedelius* nachgewiesen hat, unmittelbar nach der Befruchtung ein. Nach dieser bildet sich auch hier eine Gonimoblastengeneration, aber da sich unmittelbar nach der Befruchtung eine Reduktionsteilung einschleibt, ist der Gonimoblast haploid. Sie pflanzt sich wie bei der vorhergehenden Gruppe durch Karposporen fort, die aber hier haploid sind und bei ihrer Keimung eine haploide geschlechtige Generation erzeugen. Bei dieser Gruppe gibt es also nur zwei Generationen, einen Gametophyten und einen Karposporophyten. Beide sind haploid. Von cytologischem Gesichtspunkt aus haben wir wie gewöhnlich zwei Phasen, aber die diploide besteht hier nur aus einer einzigen Zelle, die sich als Resultat der Befruchtung bildet. Die erste Kernteilung nach der Befruchtung ist eine Reduktionsteilung, und damit ist die diploide Phase zu Ende und die haploide beginnt. Die Florideen, welche eine besondere tetrasporentragende Generation besitzen, nennt *Svedelius* diplobiontische, diejenigen, bei welchen eine solche Generation fehlt, haplobiontische.

Auch die Braunalgen liefern einige für das Verhältnis zwischen Generationswechsel und Phasenwechsel lehrreiche Beispiele. Bei *Dictyota* z. B. gibt es zwei Generationen, die eine geschlechtig, die andere geschlechtslos. Sieht man von den Fortpflanzungsorganen ab, so sind sie morphologisch gleich. Die geschlechtslose, der Sporophyt, pflanzt sich durch Tetrasporen fort, bei deren Bildung eine Reduktionsteilung stattfindet. Die Sporen sind also haploid und bringen eine haploide, geschlechtige Generation, einen Gametophyten, hervor. Wir haben also hier einen regelmäßigen Wechsel zwischen zwei Generationen, einem Gametophyten und einem Sporophyten, und von cytologischem Gesichtspunkt aus einen Wechsel zwischen einer haploiden und einer diploiden Phase. Die erstere fällt mit dem Gametophyten, die letztere mit dem Sporophyten zusammen.

Auch bei *Laminaria* findet ein regelmäßiger Wechsel zwischen Gametophyten und Sporophyten statt. Die voll ausgebildete *Laminaria* ist ein Sporophyt, der sich durch Sporen fortpflanzt, bei deren Keimung mikroskopisch kleine männliche und weibliche Gametophyten entstehen, welche Spermatozoiden, resp. Eier bilden. Nach der Befruchtung des Eis entwickeln sich die eigentlichen *Laminariapflanzen*. Es verdient besonders bemerkt zu werden, daß der *Laminariasporophyt* groß und kräftig entwickelt ist, während der Gametophyt mikroskopisch klein ist. Wo die Re-

duktionsteilung stattfindet, ist noch nicht untersucht, aber sicher geschieht dies bei der Sporenbildung, oder genauer bestimmt bei der ersten Kernteilung im Sporangium.

Bei dem Blasentang, *Fucus*, fehlt ein Generationswechsel. Die *Fucus*pflanze bildet Eier und Spermatozoiden und nach der Befruchtung entsteht aus dem Ei eine neue *Fucus*pflanze. Hier finden wir also keinen Wechsel zwischen zwei morphologisch verschiedenen Generationen, die einander ablösen und zusammen einen geschlossenen Entwicklungszyklus bilden. Aber da eine Befruchtung stattfindet, ist natürlich auch ein cytologischer Phasenwechsel vorhanden. Das befruchtete Ei erzeugt eine diploide *Fucus*pflanze. Die Reduktionsteilung findet unmittelbar vor der Bildung der geschlechtigen Fortpflanzungsorgane statt. Die Eier bilden sich in dem sogenannten Oogon, und die erste Kernteilung in diesem ist eine Reduktionsteilung. Hierauf erfolgen noch zwei Kernteilungsphasen von haploider Natur, und das Resultat ist die Bildung von acht Eiern. Die Spermatozoiden werden in sogenannten Antheridien gebildet, deren erste Kernteilung eine Reduktionsteilung ist. Nach dieser kommen fünf Kernteilungsphasen haploider Natur, welche 64 Spermatozoiden ergeben. Die *Fucus*pflanze liefert also ein gutes Beispiel dafür, daß ein cytologischer Phasenwechsel vorkommen kann, ohne mit einem Generationswechsel verbunden zu sein.

Nach diesen Beispielen aus dem Gebiet der Algen will ich noch mit einigen Worten den Generationswechsel innerhalb der Entwicklungsserie Farne — Gymnospermen — Angiospermen beleuchten. Bei den Farnen finden wir einen deutlichen Generationswechsel, bei den Angiospermen hingegen nicht. Bei diesen letzteren ist der Generationswechsel verloren gegangen. Auch der eifrigste Anhänger eines Generationswechsels bei den Angiospermen dürfte es schwierig finden, das Vorhandensein eines solchen für die kürzlich von *Dahlgren* untersuchte *Plumbagella* zu verfechten. In der Entwicklungsserie Farne-Gymnospermen-Angiospermen findet sich anfänglich ein Generationswechsel, aber im Verlauf der Entwicklung wird dieser immer weniger deutlich, bis er bei den am höchsten ausgebildeten Pflanzen völlig verloren ist. Bei einer solchen Entwicklungsserie muß die Antwort auf die Frage, wo ein Generationswechsel noch vorkommt, und wo nicht, immer einigermaßen willkürlich ausfallen. Meines teils möchte ich die Grenze dort ziehen, wo die Makrospore, d. h. die Spore, welche die weibliche Generation hervorbringt, aufhört, eine biologische Bedeutung als Verbreitungseinheit zu besitzen. Bei den Farnen ist die Makrospore eine Verbreitungseinheit, und hier finden wir auch einen deutlichen Generationswechsel; bei den Gymnospermen hingegen hat sie ihre Bedeutung für die Verbreitung des Gewächses verloren, indem sie sich auf ihrer Mutterpflanze entwickelt und hier verbleibt. Ich möchte sagen, daß hiermit auch

der Generationswechsel verloren geht. Demnach hätten wir bei den Gymnospermen keinen Generationswechsel und noch weniger liegt ein Grund vor, bei den Angiospermen von einem solchen zu reden. Der cytologische Phasenwechsel ist natürlich vorhanden, sobald eine Befruchtung stattfindet.

Das Problem des Generationswechsels hat von jeher in erster Linie die Botaniker mehr als die Zoologen interessiert, was ja begreiflich ist, da ja der Generationswechsel im Pflanzenreich eine weit größere Rolle spielt als im Tierreich. Von botanischer Seite hat man indessen den Zoologen betreffs dieses Problems verschiedene Gesichtspunkte aufdrängen wollen, die sie mit Entschiedenheit abgelehnt haben. Besonders hat *Chamberlain* die Ansicht verfochten, daß alle Tiere, auch die höchsten, einen Generationswechsel hätten, und er hat sich in höchstem Grade verletzt gefühlt, als die Zoologen diese Theorie nicht annehmen wollten. *Chamberlain* hat indessen Generations- und Phasenwechsel verwechselt, oder vielleicht besser, er hat dem morphologischen Generationswechsel nur untergeordnete Bedeutung beigemessen und nur die cytologische Seite des Problems behandelt, d. h. diejenige Seite, die nach meiner Meinung besser als Phasenwechsel zu bezeichnen ist. Beachtet man indessen den Unterschied zwischen Generations- und Phasenwechsel, den ich in den obigen Zeilen hervorgehoben habe, so läßt sich der Gegensatz leicht ausgleichen. Bei den Tieren gibt es, von wenigen Ausnahmen abgesehen, keinen Generationswechsel, wohl aber kommt, was beim Vorhandensein einer Befruchtung natürlich ist, ein cytologischer Phasenwechsel vor. Die Tiere sind diploid und die Reduktionsteilung erfolgt unmittelbar vor der Bildung der geschlechtlichen Fortpflanzungskörper. Nach der eigentlichen Reduktionsteilung findet nur eine Teilungsphase haploider Natur statt, und man erhält als Resultat vier Spermatozoiden oder ein Ei mit drei sogenannten Richtungskörpern. Ein Phasenwechsel findet also statt, aber die haploide Phase ist sehr stark reduziert.

In einer neuerschienenen Arbeit von *Fischer* (Mitteilungen der Naturf. Gesellschaft in Bern 1916) wird zwischen Generationswechsel in älterem und in neuerem Sinn unterschieden. Für den letzteren wird auch die Bezeichnung antithetischer Generationswechsel verwendet. Dieser letztere ist gerade das, was ich Phasenwechsel nenne, und *Fischers* Generationswechsel im älteren Sinn entspricht dem, was nach meiner Terminologie einzig als Generationswechsel zu bezeichnen ist. *Fischer* schreibt: „Der Wechsel zwischen Haplont und Diplont und der Generationswechsel im älteren Sinne sind also zwei ganz verschiedene und voneinander prinzipiell unabhängige Dinge.“ Schärfer als mit diesen Worten *Fischers* kann der Unterschied zwischen dem Phasenwechsel (Wechsel zwischen Diplont und Haplont, zwischen diploider und haploider Phase) und Generationswechsel

nicht betont werden. Für diejenigen, welche es bedenklich finden, denselben Namen, Generationswechsel, für zwei nach *Fischers* Meinung so grundverschiedene Erscheinungen zu verwenden, schlägt dieser vor, daß man statt „antithetischer Generationswechsel“ ein anderes Wort wählt, z. B. „Kernphasenwechsel“.

Besprechungen.

Grimsehl, E., Lehrbuch der Physik. Zum Gebrauche beim Unterricht, bei akademischen Vorlesungen und zum Selbststudium. In 2 Bänden. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914 und 1916. Band I. Mechanik, Akustik und Optik. XII, 966 S., 1063 Figuren und 2 Tafeln. Preis geh. M. 11,—, geb. M. 12,—. Band II. Magnetismus und Elektrizität. X, 542 S., 517 Figuren und 1 Bildnis. Preis geh. M. 7,—, geb. M. 8,—.

Unter den vielen kürzeren Lehrbüchern der Experimentalphysik steht dasjenige von *Grimsehl*, das nunmehr bereits in dritter Auflage vorliegt, in vorderster Linie. Das bekannte pädagogische und Lehr-geschick des Verfassers zeigt sich hier in reichem Maße; daß das Werk seit dem Jahre 1909 schon die dritte Auflage erlebt, spricht von selbst für seine Brauchbarkeit und Beliebtheit. Während es in den beiden ersten Auflagen einbändig erschien, sah sich der Verfasser genötigt, es in der dritten Auflage in zwei Bänden erscheinen zu lassen, um der anwachsenden Fülle des Stoffes gerecht zu werden und es noch mehr auch weitergehenden Ansprüchen anzupassen.

Es ist dem Verfasser nur vergönnt gewesen, das Erscheinen des ersten, die Mechanik, Wärme und Optik enthaltenden Bandes zu Anfang des großen Krieges zu erleben. Bald darauf eilte er freiwillig selbst mit Begeisterung zu den Fahnen. Am 30. Oktober 1914 fiel er bei Langemarck. Die näheren Einzelheiten seines ruhmvollen Heldentodes sind in der Vorrede zu dem zweiten Bande mitgeteilt, der von *Wilhelm Hillers* herausgegeben ist.

Wie die vorigen Auflagen, so wird auch diese dritte Auflage zweifellos sich mit Recht viele Freunde erwerben. Sie eignet sich durch die Klarheit und Übersichtlichkeit der Darstellung vortrefflich zum Selbststudium wie zur Wiederholung. Man merkt überall das Bestreben, das Buch auf den gegenwärtigen Stand der Erkenntnis zu bringen. Dem Bericht-erstatte scheint auch das richtige Maß in bezug auf die Mitteilung und Behandlungsweise der Formeln getroffen zu sein. Es tritt stets das Bestreben hervor, einmal nicht unnötig viel Formeln zu bringen, ohne jedoch ihnen, wie es in manchen Lehrbüchern, gelegentlich direkt zum Schaden der Klarheit geschieht, ängstlich aus dem Wege zu gehen, andererseits die Formeln mit Leben zu erfüllen. Es sei z. B. auf die hübsche Veranschaulichung dafür hingewiesen, daß der Biegungspfeil proportional der dritten Potenz der Länge und umgekehrt proportional der dritten Potenz der Höhe ist.

Wie weit ein Lehrbuch der Physik auf spezielle technische Anwendungen eingehen soll, wird wohl stets eine umstrittene Frage bleiben. Im ganzen hat *Grimsehl* hier wohl durchaus das richtige getroffen. Daß die Erscheinung von Ebbe und Flut wesentlich eingehender als sonst üblich besprochen ist, erklärt

sich jedenfalls daraus, daß in Hamburg, dem Wohnsitz *Grimsehls*, den Schulen, für die ja das Buch zunächst geschrieben war, diese Erscheinung in ihrer großen Bedeutung viel lebhafter täglich vor Augen tritt als dem Binnenländer. Das gleiche gilt wohl auch für die eingehende Tabelle der Windskalen nach *Beaufort*. Daß der Verfasser den Abschnitt über die beiden Hauptsätze stark umgearbeitet und wesentlich korrekter gefaßt hat, ist ein großer Vorzug der neuen Auflage.

In dem Abschnitt über Akustik findet sich eine Unrichtigkeit, die allerdings in vielen Lehrbüchern vorkommt. Der Differenzton wird als aus den Schwebungen entstanden erklärt, mit denen er trotz der zahlenmäßigen Übereinstimmung nichts zu tun hat; die Entstehung der Kombinationstöne ist nach *Helmholtz* im unsymmetrisch-elastischen Verhalten des Trommelfells (oder anderer wesentlichen Teile des Ohres) zu suchen.

In der Wärme wäre eine kurze Behandlung der für die Bestätigung unserer Anschauung vom Wesen der Wärme so wertvoll gewordenen Brownischen Molekularbewegung sehr angebracht gewesen. Sehr dankenswert ist es, daß die meteorologischen Erscheinungen, die so mannigfache physikalische Vorgänge in größtem Maßstab zeigen und ja auch für jeden so wichtig und interessant sind, ein größerer Abschnitt gewidmet ist.

Der zweite, Magnetismus und Elektrizität enthaltende Band, den *Grimsehl*, wie erwähnt, nicht mehr hat fertigstellen können, ist, im Sinne *Grimsehls*, nicht wie der erste Band, wesentlich verändert worden. Dagegen hat *Wilhelm Hillers*, der diesen Band redigiert hat, in sehr geschickter und verständnisvoller Weise durch die Neuaufnahme sehr klarer Darstellungen der neuen Entdeckungen, insbesondere der schönen Laueschen und Braggischen Versuche, die uns die Erkenntnis der Fluoreszenzröntgenstrahlen und des Aufbaues einer Anzahl Kristallgitter geschenkt haben, das Buch auf die gegenwärtige Höhe der Erkenntnis gebracht. So weit dem Referenten bekannt, sind diese Dinge hier zum ersten Male in einem kürzeren Lehrbuch zusammenhängend dargestellt. Dasselbe gilt für die Darstellung der von *Fajans* aufgestellten Lehre der isotropen Elemente, die ebenfalls eingehend besprochen wird, soweit es dem Charakter des Buches entspricht. *Hillers* hatte sich auch wertvoller Mitarbeiter zu erfreuen; so ist das Kapitel über Luftelektrizität von dem berufensten Autor, von *Geitel*, bearbeitet.

Ein Bild von *Grimsehl* sowie ein Verzeichnis seiner Veröffentlichungen ist dem zweiten Band dieses Lehrbuches beigegeben, dem man aufs wärmste weite Verbreitung wünschen und wohl auch mit Sicherheit voraussagen kann. Besonders sei auch noch die vortreffliche Ausstattung in Text, Papier und Figuren erwähnt, die der Verlag dem Buche hat zuteil werden lassen.

F. A. Schulze, Marburg i. H.

Lorentz, H. A., The Theory of Electrons and its Applications to the Phenomena of Light and Radiant Heat. 2. Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1916. 343 S. Preis geh. M. 9,—, geb. M. 10,—.

Das Lorentzsche Buch über die Elektronentheorie, welches aus Vorlesungen hervorgegangen ist, die der Verfasser im Jahre 1906 an der Columbia-Universität in Newyork gehalten hat, liegt nunmehr in zweiter Auflage vor. Es dürfte so allgemein bekannt sein,

daß es überflüssig ist, seine Vorzüge im einzelnen hervorzuheben. Wie bei der ersten Auflage sind auch diesmal die verwickelteren mathematischen Ableitungen von dem eigentlichen Text in Form von „Notes“ abgetrennt. Hierdurch wird die beim Durcharbeiten mathematischer Bücher stets vorhandene Gefahr gemindert, daß der Leser durch die Beschäftigung mit den Einzelheiten der Rechnung den Überblick über den Gedankengang verliert. Der Text der neuen Auflage ist von der alten unverändert übernommen. Änderungen finden sich außer in einzelnen Fußnoten nur im Anhang, in welchem einige neuere Arbeiten erwähnt werden und vor allem einige Seiten der Einsteinschen Relativitätstheorie gewidmet sind. Da im Text der alte Lorentzsche Standpunkt beibehalten ist, während die Einsteinsche Theorie nur im Anhang in gedrängter Form gegeben wird, so entbehrt die Theorie der elektromagnetischen Erscheinungen in bewegten Körpern der Einfachheit und Durchsichtigkeit, welche ihr gerade durch *Einstein* gegeben worden ist. Dieser Abschnitt des Buches ist daher zur Einführung in das Gebiet weniger geeignet als zum Studium der Entwicklung der Theorie, welche durch die Gegenüberstellung der alten und neuen Auffassung klar hervortritt.

Die vorhergehenden Kapitel dagegen, welche die freien Elektronen, die Wärmestrahlung, den Zeemaneffekt und die optischen Erscheinungen in dispergierenden und absorbierenden Körpern behandeln, können immer noch als vorzüglich geeignet zum Studium dieser Gebiete empfohlen werden, wenn auch Einzelnes, wie z. B. die Theorie der Spektralserien auf Grund des Thomsonischen Atommodells durch die Arbeiten der letzten Zeit überholt ist.

G. Hertz, Berlin.

Lassar-Cohn, Die Chemie im täglichen Leben. Gemeinverständliche Vorträge. Achte verbesserte Auflage. Leipzig, Leopold Voß, 1916. VIII, 360 S. und 23 Abbildungen im Text. Preis geb. M. 4,80.

Lassar-Cohns weitverbreitete Vortragsreihe darf in einer Zeit, wo die chemischen Probleme in recht aufdringlicher Weise in das tägliche Leben eingreifen, erneuten Anspruch auf Beachtung erheben. Die Darlegungen wenden sich bekanntlich an einen Kreis von Hörern und Lesern, dem jede chemische Vorbildung fehlt, und behandeln in bunter Reihenfolge vielerlei Fragen der angewandten Chemie. Ihr wesentlicher Wert scheint mir darin zu liegen, daß sie auf diesem Gebiet klare und geordnete Anschauungen verbreiten und darüber hinaus zu einer naturwissenschaftlichen Betrachtung der Dinge überhaupt die Anregung geben. — Für den Fachmann ist die Art des Vortrages recht lehrreich; insbesondere sei die Kunst hervorgehoben, mit der durch geschichtliche, wirtschaftliche und andere an das Allgemeinwissen anknüpfende Bemerkungen das Interesse für die behandelten Gegenstände erweckt und aufrechterhalten wird. Demselben Zweck dienen auch gelegentliche, ziemlich breite Abschweifungen, z. B. über die Ernährung der Zuckerkranken und über den Bimetallismus, die durchaus persönlich gefärbt sind. — Systematischen Unterricht in der Chemie sollen diese Vorträge nicht vermitteln; dazu ist ein anderes Werk des Verfassers bestimmt, dessen vierte Auflage früher in dieser Zeitschrift (Bd. I, S. 581) angezeigt wurde.

J. Koppel, Berlin-Pankow.

Gmelin-Krauts Handbuch der anorganischen Chemie. Siebente, gänzlich umgearbeitete Auflage. Unter

Mitwirkung hervorragender Fachgenossen herausgegeben von *C. Friedheim* † und *F. Peters*. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung. Lieferung 185/198 (1915/1916). Subskriptionspreis des Heftes M. 1,80; Einzelpreis M. 3,—.

Von diesem Werk, das nach Anlage und Durchführung vor etwa zwei Jahren in dieser Zeitschrift (Band 3, S. 458) ausführlich gewürdigt wurde, ist nunmehr ein weiterer Band (V, Abt. 3) vollendet, der die Literatur des Platins und seiner Verbindungen enthält. Er ist von Dr. *W. Löwenstein* (Berlin) bearbeitet und umfaßt rund 1000 Seiten. Dieser überraschend große Umfang erklärt sich zum Teil aus der Anordnung des Stoffes, nach der beim Platin auch dessen Verbindungen mit fast allen übrigen Elementen behandelt werden. Andererseits nehmen die komplexen Platinamine, die Platiäke (329 S.) sowie die Chloro- und Bromoplatinate der organischen Amine viel Raum in Anspruch; und endlich sind auch von dem bei physikalischen Versuchen so häufig benutzten Platinmetall viele Einzelbeobachtungen zu berichten. Auf diese sorgfältige Sammlung der Angaben über mechanische, thermische, magnetische und elektrische Eigenschaften des Platins sowie sein Verhalten gegen die verschiedenen Strahlenarten seien besonders die Physiker verwiesen. Bemerkenswert ist auch die Zusammenstellung der katalytischen Wirkungen.

J. Koppel, Berlin-Pankow.

Glikin, W., Methodik der Stoffwechselanalyse. Ein Handbuch zum Laboratoriumsgebrauch. Mit einem Vorwort von Geh. Rat Prof. Dr. *N. Zuntz*. Leipzig, Georg Thieme, 1916. XII, 407 S. und 44 Abbild. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 11,20.

Glikin hat sich die Aufgabe gestellt, eine für praktische Versuche, besonders beim biochemischen Arbeiten, geeignete Anweisung zu geben. Das Hauptziel war offenbar, nur die wirklich erprobten Methoden anzugeben und in möglichstster Kürze vorzuführen. Dieser Zweck ist von dem leider zu früh verstorbenen Verfasser nach der Meinung des Referenten in ausgezeichneter Weise erreicht worden, denn wir finden in dem relativ kurzen Buche Anweisungen für die Untersuchung aller wichtigen bei der Stoffwechseluntersuchung in Frage kommenden Substanzen. Daß in solchen Fällen eine Wiederholung ganz bekannter Methoden, wie z. B. die der organischen Elementaranalyse, unvermeidlich ist, muß jedem Verfasser eines Analysenbuches zugute gehalten werden.

Neben der selbstverständlichen Behandlung der Eiweißstoffe, Fette und Kohlenhydrate, ihrer Abbauprodukte und Nebenzweige sei hier besonders auf die Methoden zur Untersuchung seltener behandelter Körperklassen hingewiesen, deren Analyse sonst nicht so häufig zusammengestellt zu werden pflegt, es sind das die Blutfarbstoffe, die Galle, die Gallenfarbstoffe, die Muskeln, das Blut und das Ei. Daß daneben die Bestimmung der Verbrennungswärme, die Untersuchung bei der Verdauung, die Harn- und die Kotanalyse nicht zu kurz kommen, ist nach dem vorher Gesagten nur natürlich. Das Buch kann allen Interessenten warm empfohlen werden.

H. Pringsheim, Berlin.

Physikalische Mitteilungen.

In einem vor der Physikalischen Abteilung des Indischen Wissenschaftlichen Kongresses in Lucknow zu Beginn dieses Jahres gehaltenen Vortrage weist *C. G. Simpson* auf einige Hauptfragen der Luftelek-

trizität hin, die noch immer einer befriedigenden Lösung harren (*Month. Weather Rev.* 44, S. 115, 1916). Er kommt zunächst zu dem Resultat, daß die Strahlen der im Erdboden und in der Luft befindlichen radioaktiven Substanzen genügen, um die Ionisierung der Atmosphäre über dem Lande aufrechtzuerhalten, daß diese Quellen aber über See eine bei weitem nicht genügende Ionenmenge liefern. Er hat allerdings dabei gar nicht die Wirkung der sehr durchdringenden Strahlung berücksichtigt, wodurch seine Werte wesentlich geändert werden. Die von ihm angenommenen Zahlen der pro cm^3 und sec erzeugten Ionen sowie der Wiedervereinigungskoeffizienten α sind mit den daraus berechneten Zahlen der im cm^3 enthaltenen und der wirklich beobachteten Ionen in der nachstehenden Tabelle angegeben:

Rad. Subst. in der		Ra	Th	Zus.	$\alpha \cdot 10^6$	Ionen/cm ³ ber. beob.	
Über dem Lande	Luft	1,70	1,05	2,75	3	1200	1000
	Erde	0,80	0,80	1,60			
	Zus.	2,50	1,85	4,35			
Über See	Luft	0,17	—	0,17	2	300	800
	Erde	0,01	—	0,01			
	Zus.	0,18	—	0,18			

Um die Quelle der durch *Heß* und *Kohlhörster* erforschten sehr durchdringenden Strahlung — das zweite ungelöste Problem — festzustellen, sieht *Simpson* keinen anderen Ausweg, als einen Hilfsschrei an die Amerikaner zur Anstellung diesbezüglicher Ballonfahrten zu richten, da dafür nach dem Kriege in Europa kein Geld vorhanden sein kann. Eine weitere, trotz der vielen Theorien noch nicht restlos beantwortete Frage ist die nach dem Ursprung und der Aufrechterhaltung des Erdfeldes. Infolge der Ionisierung der Luft müßte das vorhandene Potentialgefälle sehr schnell verschwinden, wenn nicht der Luft fortwährend ein Überschuß positiver Ionen bzw. der Erde eine negative Ladung zugeführt würde. Die *Wilson-Gerdienische* Theorie, nach welcher die Kondensation des Wasserdampfes vorwiegend an den negativen Ionen erfolgt und somit der Regen negative Ladungen zur Erde führt, ist durch die Beobachtung, daß der meiste Regen positiv geladen ist, widerlegt. Nach *Ebert* tritt die Bodenluft aus den Erdporen bei der Bodenatmung (d. h. bei fallendem Barometer, starker Bestrahlung) mit einem Überschuß positiver Ionen aus. Hiergegen wendet *Simpson* ein, daß diese Erscheinung wohl unter günstigen Bedingungen im Laboratorium erfolgt, aber nicht bei den engen und im Zickzack verlaufenden Erdporen. Er übersieht dabei indessen den viel schwerer wiegenden Einwand, daß diese Erscheinung auf See nicht eintreten kann. *Simpson* will die Aufrechterhaltung des Erdfeldes durch die Annahme erklären, daß der Erde ständig negative Elektrizität zugeführt und diese im selben Maße in die Atmosphäre abgeführt wird. Irgendeine plausible Erklärung weiß er aber dafür bis jetzt nicht anzugeben. Die letzten Betrachtungen wendet er den leuchtenden Entladungen in der Atmosphäre zu. Für die Erklärung der Kugelblitze weist vielleicht das von *Strutt* beobachtete Nachglühen des Stickstoffs einen Weg. Bei den Nordlichtern wissen wir heute, daß sie durch von der Sonne ausgehende α -Strahlen entstehen. Daraus ergeben sich eine Reihe von Fragen nach der Natur

der Radioaktivität der Sonne und der Wirkung ihrer β - und γ -Strahlen.

Die **Beweglichkeiten der Gasionen** betragen bei Atmosphärendruck etwa $1 \text{ cm/sec} : \text{Volt/cm}$. Um diesen geringen Wert zu erklären, hat man meist die Langevinsche „cluster“-Theorie angenommen. Nach dieser besteht das Ion aus einer Anhäufung von Molekülen, welche ein Elektron oder positives Atomion umgeben. Demgegenüber steht die Theorie von *Wellish*, wonach die Ionen einfach geladene Moleküle sind; ihre geringe Beweglichkeit erklärt sich dadurch, daß sie eine größere Zahl von Zusammenstößen erleiden als ein neutrales Molekül. Nach der cluster-Theorie müßte man erwarten, daß das Ion, wenn man ihm eine genügende kinetische Energie mitteilt, z. B. dadurch, daß es durch ein sehr hohes Feld beschleunigt wird, auseinanderbricht, was sich durch eine abnorm hohe Beweglichkeit äußern müßte. Nach der Wellischschen Theorie würde ein solcher Auseinanderfall nicht eintreten, nur müßte das negative Ion bei Geschwindigkeiten, bei welchen Ionisierung durch Stoß erfolgt, sein Elektron verlieren, welches dann eine abnorm hohe Geschwindigkeit für die negativen Ionen im Vergleich zu der der positiven vortäuschen würde. Versuche, welche *L. B. Loeb* (*Proc. Nat. Acad. Sci.* 2, S. 345, 1916) in Feldern bis zu 12 450 Volt bei 760 und 300 mm Druck anstellte, zeigten nun, daß sowohl die positiven wie die negativen Ionen innerhalb der Meßfelder ihre normalen Beweglichkeiten beibehielten, und daß somit die cluster-Theorie nicht mit den Tatsachen in Einklang steht.

Erzeugung elektromotorischer Kräfte durch die Beschleunigung von Metallen. Nach den modernen Anschauungen besteht der Durchgang eines elektrischen Stromes durch ein Metall in der fortschreitenden Bewegung freier Elektronen. Infolge ihrer Trägheit muß dann das rückwärtige Ende einer beschleunigten Metallstange eine negative Ladung erlangen; dasselbe muß infolge der Zentrifugalkraft auch am Rande einer rotierenden Scheibe eintreten. Entsprechend der sehr kleinen Masse der Elektronen werden diese Ladungen naturgemäß außerordentlich gering sein, so daß sie nur mit sehr empfindlichen Versuchseinrichtungen nachzuweisen sein werden. Wesentlich leichter wird es dagegen bei Elektrolyten gelingen, da bei diesen die Stromträger molekulare Massen besitzen. In der Tat ist diese Erscheinung hierbei schon im Jahre 1882 von *Colley* nachgewiesen worden, während sie *Des Coudres* 1892 auch durch die Zentrifugalmethode erhalten konnte. Jetzt ist es *R. C. Tolman* und *D. C. Stewart* (*Phys. Rev.* 8, S. 97, 1916) auch gelungen, die bei der Beschleunigung von Metallen auftretende Ladung nachzuweisen und zu messen. Sie bedienten sich dazu der Zentrifugalmethode. Ein nahezu geschlossener Draht ring wurde durch einen Elektromotor in schnelle Drehung versetzt (5000 Umdrehungen/Minute) und dann innerhalb des Bruchteils einer Sekunde abgebremst. Seine beiden Enden waren bis nahe zum Mittelpunkt geführt und hier mit zwei dünnen von der Decke herabhängenden Drähten verbunden, welche zu einem empfindlichen ballistischen Galvanometer führten (Empfindlichkeit $4,75 \cdot 10^{-10}$ Coulomb/mm); die Drähte wurden bei der Drehung mit aufgewickelt. Zu dem ganzen Apparat mußte unmagnetisches Material verwendet werden; außerdem mußten Spulen zum Kompensieren der Änderungen des erdmagnetischen Feldes eingeschaltet werden und weiterhin auch die Horizontal- und die Vertikalkompo-

nente völlig kompensiert werden. Nach einer elementaren Theorie ist die beim plötzlichen Bremsen durch die Trägheit der Elektronen erzeugte negative Ladung

$$Q = \frac{(m - k) \cdot v \cdot l}{R \cdot F},$$

wo m die Masse der Elektronen, welche die Ladung F von einem Äquivalent ($F = 96\,500$ Coulomb) tragen, v die Umfangsgeschwindigkeit des Drahtes unmittelbar vor dem Bremsen, l die Länge des Drahtes, R der Gesamtwiderstand des Kreises und k ein Faktor ist, der von der Beschleunigung der Moleküle herrührt. Berücksichtigt sind bei der Ableitung außer dieser die elektrische Kraft und die Reibung. Die Versuche lieferten in Übereinstimmung mit der Formel Proportionalität der Ladung zur Geschwindigkeit v und zur Drahtlänge l . Für die Größe $m - k$ ergab sich der Wert $\frac{1}{1910}$, während die Masse für die langsamen sich im freien Raume bewegendenden Elektronen $\frac{1}{1845}$ ist. Es folgt daraus, daß die von den Molekülen auf die Elektronen ausgeübte Beschleunigung, die durch k repräsentiert wird, nur sehr gering ist. Weitere Versuche sollen mit anderen Metallen angestellt werden; die an Aluminium und Silber ergaben Werte von derselben Größenordnung. Diese Versuche bedeuten ebenso wie die (nicht erwähnten) von *Einstein* zum Nachweis der Ampèreschen Molekularströme (*Naturw.* 3, S. 237, 1915) und von *Barnett* über die Magnetisierung bei der Rotation eines Eisenstabes (*Naturw.* 12, XI, 1915) einen wichtigen Schritt zur experimentellen Stütze unserer Vorstellungen über die Stromleitung in den Metallen.

Strahlen hinter einer Kathode. Verwendet man in einem Entladungsrohre eine Kathode mit einer Bohrung von 0,05 mm, so beobachtet man hinter derselben bei einem Luftdrucke von 0,008 bis 0,015 mm Strahlen, welche aus zwei Arten von negativ und positiv geladenen Trägern bestehen. Wie sich aus der magnetischen Ablenkung ergibt, bestehen die leichteren Träger aus Wasserstoff-, die schwereren in den meisten Fällen aus Sauerstoffmolekülen; jene besitzen Geschwindigkeiten von 6 bis $10 \cdot 10^7$, diese von 1,5 bis $2,5 \cdot 10^7$ cm/sec. Die bei den photographischen Aufnahmen im Magnetfelde erhaltenen Bahnkurven sind für die negativen Träger klarer und schärfer als für die positiven, was wohl auf Umladungen der letzteren auf ihrem Wege zurückzuführen ist. Es scheint, daß die Einwirkung auf die photographische Platte eine Funktion der kinetischen Energie der bewegten Teilchen ist. Als Minimum ergab sich für die schweren Träger ein Wert von $7,4 \cdot 10^{-9}$ Erg, der größer ist als die Energie, welche zur Erzeugung eines Ions benötigt wird. (*O. H. Smith, Phys. Rev.* 7, S. 625, 1916.)

Die von heißem Platin im Vakuum ausgehenden **Thermionenströme** verlaufen anfänglich nahezu linear zu der angelegten Potentialdifferenz (*O. W. Richardson und Ch. Sheard, Phil. Mag.* 31, S. 497, 1916). Nach länger dauerndem Erhitzen ändert sich aber der Charakter der Stromspannungskurve wesentlich. So wurde beobachtet, daß der Strom bei Spannungen von 18 bis 160 Volt nur sehr wenig mit dem Potential anwuchs, dann von 160 bis 280 Volt stärker anstieg, um von 320 bis 400 Volt wiederum nahezu konstant zu bleiben. Diese Kurven lassen sich in die anfänglich beobachteten zurückführen, wenn man Luft von Atmosphärendruck einläßt und wieder auspumpt oder den Draht inzwischen auf eine höhere Temperatur erhitzt, namentlich wenn man ihn hierbei noch negativ ladet. Der Mangel an Sättigung, der wider Erwarten bei den niedrigen Spannungen auftritt, wird auf sekundäre

Ionisierung durch den Stoß der Ionen auf die negative Elektrode zurückgeführt. Dieses Verhalten der Thermionenströme wurde auch von *H. Lester (Phil. Mag.* 31, S. 549, 1916) durch Versuche an blanken und an mit Alkalierdoxyden bedeckten Platindrähten bestätigt. Er beobachtete ferner, daß bei Erhöhung des Potentials der Strom zunächst einen höheren als den definitiven Wert annimmt, und zwar beträgt dieser anfängliche Überschuß bis 150 %. Ebenso geht bei Potentialerniedrigung der Strom zunächst unter den endgültigen Wert herunter. Die oben angegebene Schlußfolgerung von *Richardson* und *Sheard* konnte von *Lester* nicht bestätigt werden; er macht vielmehr wahrscheinlich, daß alle die beobachteten Besonderheiten auf die Existenz ionisierter Oberflächenschichten an der heißen Elektrode zurückzuführen sind.

Eine neue Berechnung der **Sonnentemperatur** aus ihrer Gesamtstrahlung hat *F. Biscoe (Astrophys. J.* 43, S. 197, 1916) vorgenommen. Er benutzt dazu den von dem Smithsonian Astrophysical Observatory auf Grund vielfacher Messungen in Washington, auf dem Mount Whitney und dem Mount Wilson gefundenen Wert von $1,932 \text{ Cal/cm}^2 \cdot \text{Min.}$, der bereits wegen der Absorption in der Atmosphäre korrigiert ist. Aus den für verschiedene Teile der Sonnenscheibe angestellten Messungen lassen sich die Absorptionen, welche die verschiedenen Wellenlängen in der Sonnenatmosphäre erleiden, und damit auch die Solarkonstante an der Sonnenoberfläche selbst berechnen. Unter Anbringung dieser Korrektur erhält man für die Temperatur der Sonne, unter der Voraussetzung, daß sie wie ein schwarzer Körper strahlt, Werte, die je nach der der Rechnung zugrunde gelegten Wellenlänge von 6700 bis 7700°C schwanken. Als Mittelwert ergibt sich $7300 \pm 100^\circ \text{C}$. *Biscoe* berichtet weiterhin über eigene Versuche, welche er in Warschau und im Kaukasus zur Bestimmung der Solarkonstanten angestellt hat. Er mißt die Sonnenstrahlung mit dem Angstroemischen Kompensationspyrheliometer, vor welches er möglichst monochromatische Filter (Jenaer Farbgläser) schaltet. Das Interessanteste an seinen Versuchen ist, daß sie auch eine Bestätigung der schon in Washington und in Algier gleichzeitig gefundenen kurzperiodischen Schwankungen der Solarkonstante liefern. Während aber die amerikanischen Forscher aus dem gleichzeitigen Auftreten der Schwankungen an zwei um ein Drittel Erdumfang voneinander entfernten Orten den Schluß zogen, daß es sich hierbei um wirkliche Veränderungen der Sonnenstrahlung handelt, vermutet *Biscoe* irdische meteorologische Einflüsse. Er findet nämlich, daß große Werte der Solarkonstanten immer mit kleinen Werten der atmosphärischen Transmissionskoeffizienten parallel gehen. Mißt man auch die Strahlung des schwarzen Körpers bei verschiedenen Temperaturen durch dieselben Farbfilter, so kann man nach der Methode der logarithmischen Isochromaten auf Grund dieser Beobachtungen die Sonnentemperatur bestimmen. Zahlenwerte sind indessen nicht mitgeteilt.

Im Spektrum der Sonnenflecke und der Sterne des dritten Typus (Antariansterne) treten gewisse Banden auf, welche man dem **Titanoxyd** zuschreibt. In astrophysikalischer Hinsicht ist es deshalb außerordentlich wichtig, den Ursprung dieser Banden genau festzustellen. *A. S. King (Astrophys. J.* 43, S. 341, 1916) hat deshalb die Bedingungen, unter welchen dieses Bandenspektrum im Spektrum des elektrischen Kohlerohrofens zu beobachten ist, genauer untersucht und festgestellt, daß dazu auf jeden Fall ein genügender Betrag von Sauerstoff notwendig ist. Läßt man durch

den Ofen dauernd einen kräftigen Luft- oder Sauerstoffstrom hindurchgehen, so erscheint nur das Bandenspektrum, während die dem metallischen Titan angehörigen Linien völlig unterdrückt werden; dagegen bleiben die den Verunreinigungen entsprechenden Linien auch unter diesen Verhältnissen sichtbar. Im Vergleich zu dem im elektrischen Lichtbogen erzeugten Spektrum sind die Titanoxydbanden im Ofen im Rot relativ stärker. Ebenso ist zur Erzeugung der — gleichfalls in den Sonnenflecken beobachteten — dem Magnesium- und Calciumhydrid zugeschriebenen Banden im elektrischen Ofen die Gegenwart von Wasserstoff notwendig, wozu allerdings schon kleine Mengen dieses Gases ausreichen. Ihre stärkste Intensität erreichen sie indessen nur bei größeren Wasserstoffmengen und bei einer Temperatur von etwa 2300° , obwohl sie über einen größeren Temperaturbereich beobachtet werden können.

Frühere Messungen von *S. Albrecht* (s. *Naturw.*, 15. November 1915) an den Eisenlinien des Sonnenspektrums hatten eine völlige Bestätigung der **Juliuschen Theorie der anomalen Dispersion** ergeben, wonach bei engen Linienpaaren eine Verschiebung gegen das Bogenspektrum auftritt, und zwar erfolgt diese nach Violett, wenn die schwächere Komponente auf der roten, und nach Rot, wenn sie auf der violetten Seite der Hauptlinie liegt. In Fortsetzung dieser Messungen (*Astroph. J.* 44, S. 1, 1916) wird nun gefunden, daß jene Verschiebung nur halb so groß ist, wenn beide Linien dem Eisen angehören, gegenüber dem Falle, daß eine von einem anderen Elemente herührt. In beiden Fällen beträgt die Verschiebung aber nur $\frac{2}{3}$ bis $\frac{5}{6}$ von der nach Rot hin erfolgenden. Auch diese neuen Beobachtungen sind in Übereinstimmung mit der Theorie von *Julius* und der modifizierten Theorie von *Larmor*.

Zur Bestimmung des Brechungsindex und der Dispersion von Glas mit dem Spektrometer muß jenes in Prismenform vorliegen. Auch bei Benutzung des Refraktometers muß man an das Glas zwei Flächen anschleifen. Das ist oft nicht möglich, z. B. wenn es sich um die Bestimmung des Brechungsvermögens an fertigen Teilen, etwa Linsen von einem Mikroskopobjektiv, oder an kleinen Brocken Hafenglas handelt. Hierfür ist nun im National Physical Laboratory von *R. W. Creshire* (*Phil. Mag.* [6] 32, S. 409, 1916) ein Verfahren ausgearbeitet, anscheinend wohl, um die an deutschen Instrumenten benutzten Glastypeen ohne Beschädigung der Instrumente bestimmen zu können. Bei diesem Verfahren wird das zu untersuchende Glasstück in einen Trog getaucht und der Brechungsindex der in diesem befindlichen Flüssigkeit so lange geändert, bis er denselben Wert wie der des Glases hat. Die Gleichheit der beiden Brechungsvermögen wird mit Hilfe der Töplerschen Schlierenmethode festgestellt. Sofort wird dann das der Flüssigkeit ermittelt; zu dem Zweck steht der Trog während der ganzen Beobachtung auf einem Refraktometer; diese Bestimmung muß umgehend oder noch besser gleichzeitig erfolgen wegen der starken Abhängigkeit der Brechung der Flüssigkeiten von der Temperatur. Bei der verwendeten wässrigen Lösung von Quecksilberkaliumjodid, welche einen Bereich von 1,72 bis 1,33 im Brechungsindex umfaßt, bewirkt ein Grad Temperaturerhöhung eine Abnahme desselben um 6 Einheiten der vierten Dezimale. Die Einstellung auf Gleichheit der Brechungsindizes ist so empfindlich, daß beim Zusatz eines Tropfens der konzentrierten Lösung oder

von reinem Wasser die Differenz der beiden Brechungsvermögen ihr Vorzeichen umkehrt. Während der Messung muß der Trog noch mit einer eingefetteten Glasplatte bedeckt werden, um Verdunstungseinflüsse zu vermeiden. Die verwendete Thoulletsche Flüssigkeit hat den Vorteil, daß sie durch Eindampfen immer wieder konzentriert werden kann, besitzt aber eine sehr starke Absorption im Blau. Bei Benutzung von Natriumlicht betrug der mittlere Fehler nur ± 2 Einheiten der fünften Dezimalen.

Daß die Frage des Kopierens der deutschen Optik in England augenblicklich sehr akut ist, geht auch daraus hervor, daß fast gleichzeitig eine zweite Arbeit über die Bestimmung des Brechungsindex von Linsen (und irgendwelchen Glasstücken) von *L. C. Martin* (*Nature*, 98, S. 28, 1916) erscheint. Die hier verwendete Methode ist im Prinzip mit der obigen identisch und weicht nur in der Ausführung etwas davon ab. Als Trog, in welchen das Glasstück eingetaucht wird, wird ein Hohlprisma mit planparallelen Wänden verwendet, das mit einer Mischung von Schwefelkohlenstoff und Alkohol gefüllt wird. Dieser Trog steht auf dem Tische eines Spektrometers. Die Gleichheit der Brechungsindizes von Glasstück und Mischung wird durch das Aussehen des Spaltbildes konstatiert, und wenn dies, evtl. durch Verdampfenlassen des Schwefelkohlenstoffs, erreicht ist, schnell das Minimum der Ablenkung bestimmt. Durch einen mechanischen Rührer ist für gute Vermischung zu sorgen. Die Genauigkeit dieser — einfacheren — Methode beträgt eine Einheit der vierten Dezimale.

Ein interessantes Verfahren zur **Vergrößerung von Negativen ohne Benutzung von Objektiven oder Linsen** hat sich *A. J. Lotka* (*Phys. Rev.* 7, S. 660, 1916) in den Vereinigten Staaten durch Patent schützen lassen. In einen lichtdichten Behälter ist ein sehr schmaler, rechteckiger Kanal von etwa 15 cm Höhe eingesetzt, welcher durch eine genau senkrecht über ihm justierte Glühlampe erleuchtet wird. Unter diesem wird das zu vergrößernde Negativ mit konstanter Geschwindigkeit bewegt; gleichzeitig mit diesem wird eine darunter liegende empfindliche photographische Platte mit einer n -mal größeren Geschwindigkeit verschoben. Es entsteht so ein Positiv, auf welchem alle Linien des Originals, welche senkrecht zu dem Spalt gestanden hatten, n -mal vergrößert sind, während die parallel zu dem Spalt gelegenen Linien unverändert geblieben sind. Man dreht nun das Positiv um 90° und wiederholt dann mit diesem dasselbe Verfahren noch einmal und erhält so ein linear n -mal vergrößertes Negativ, das dem ursprünglichen geometrisch ähnlich und frei von allen Verzeichnungen und Verzerrungen ist. Als weitere Vorteile werden diesem Verfahren gleichförmige Beleuchtung über das ganze Feld und Einfachheit sowie Billigkeit des Apparates nachgerühmt.

Die Resonanzstrahlung des Quecksilberdampfes. Im Jahre 1912 fand *R. W. Wood*, daß Quecksilberdampf von Zimmertemperatur, der sich in einem evakuierten Quarzgefäße befand, bei Bestrahlung mit dem Lichte einer Quecksilberlampe eine diffuse monochromatische Strahlung von der Wellenlänge 2536 aussendet, die er als Resonanzstrahlung bezeichnete. Diese anfänglich aus dem ganzen Volumen kommende Strahlung wird bei steigender Dampfdichte auf eine dünne Oberflächenschicht beschränkt und verschwindet schließlich gänzlich, um einer regelmäßigen Reflexion Platz zu machen, so als wenn die innere Oberfläche des Quarzgefäßes versilbert wäre. Diese Erscheinung hat

er nun in einer neuen, mit *M. Kimura* gemeinsam angestellten Untersuchung (*Phil. Mag.* 32, S. 329, 1916) weiter verfolgt. Sie finden, daß die Resonanzstrahlung bei einer Temperatur von etwa 100°, entsprechend einem Dampfdrucke des Quecksilbers von 0,3 mm, ein Maximum hat; bei 150° beträgt ihre Intensität nur noch etwa die Hälfte, bei 200° (Dampfdruck 18 mm) ein Viertel und bei 250° (Dampfdruck 76 mm) nur noch ein Zehntel davon, während sie bei 270° völlig verschwunden ist. Die regelmäßige Reflexion tritt erst bei einem höheren Dampfdrucke, nämlich bei etwa 100 mm, auf. Im Gegensatz zu der Resonanzstrahlung des Natrium- und Joddampfes ist die des Quecksilberdampfes niemals polarisiert, auch wenn die erregende Strahlung linear polarisiert ist. Brennt man die Quecksilberlampe so, daß die Linie 2536 Selbstumkehr zeigt, so wird die kurzwelligere Komponente stärker reflektiert als die langwelligere, was von der plötzlichen Änderung des Brechungsindex in der Nähe der Absorptionslinie herrührt. Die Linie 2536 weist sowohl in Emission von der Quecksilberlampe als auch in der Resonanzstrahlung eine komplizierte Struktur auf; bis jetzt gelang der Nachweis, daß sie ein Dublett bildet, doch müssen noch Versuche mit sehr großem Auflösungsvermögen angestellt werden, um ihren Bau endgültig festzustellen.

G. Berndt, Berlin-Friedenau.

Ornithologische Mitteilungen.

Die Kenntnis der Vogelfauna Siams ist durch die Reisen des Grafen *Nils Gyldenstolpe* in Stockholm, die der Genannte in den Jahren 1914 und 1915 ausführte, wesentlich gefördert worden. Bereits in den Jahren 1911 und 1912 hatte er zum Zweck ornithologischer Forschungen Siam besucht, ohne jedoch dabei die interessantesten nördlichen, die Schau-Staaten angrenzenden Gebiete zu bereisen. Die letzte Expedition des schwedischen Zoologen ging nicht von Bangkok aus, sondern setzte bereits an einem südlicheren Punkt des Golfes von Siam, in Koh Lak, ein. Von hier aus erreichte der Reisende in direkt südnördlicher Richtung die Hauptstadt. Auf alter Route ging er dann bis Nakon Sawan, bog dann nach Westen aus und folgte dem Laufe des Meh Ping bis Bang Meh Na. Die südlichen Grenzen der Schau-Staaten war sein nächstes Ziel. Auf einem neuen Wege ging er dann südwärts, bis er in Bang Hue Hom seine alte Straße erreichte, die er dann bis Bangkok verfolgte. *Gyldenstolpe* hatte somit den westlichen Teil Siams von Süd nach Nord durchzogen. Die ornithologischen Ergebnisse der vorerwähnten Reise sind von ihm vor kurzem in den Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften in Stockholm veröffentlicht worden. Sie geben ein umfassendes Bild der Zusammensetzung der Avifauna Siams, d. h. desjenigen Teils der indischen Region, der von *Slater* in seinen berühmten Untersuchungen über die Begrenzung der faunistischen Gebiete der Erde als Burmah-, Siam-, Cochinchina-Unterregion zoogeographisch abgesondert wurde. Die von Graf *Gyldenstolpe* unter den schwierigsten Verhältnissen, in den wilden, unzugänglichen Dickichten üppigster Bambus-Jungle-Vegetation zusammengebrachten reichen Sammlungen kamen in das Königliche Zoologische Museum in Stockholm. Daß sich in ihnen eine Anzahl neuer Arten, wie ein prächtiger Würger, *Lanius hypoleucus siamensis*, zwei neue Spechte, *Brachylophus chlorolophoides* und *Picus canus hessei*, eine schöne Fruchttaube, *Sphenocercus pseudo-crocopus*, u. a. befinden, sei nur neben-

her erwähnt. Von größerem Interesse sind die Sammlungen vom zoogeographischen Standpunkt. *Gyldenstolpe* hat bei der Bearbeitung seiner eigenen Sammlungen auch diejenigen *E. Eisenhofers*, befindlich in Hannover und Bangkok, wie die wenigen älteren Veröffentlichungen über das Gebiet von *Aug. Müller*, *Schomburgk*, *Oates*, *Parrot*, *Oustalet* und *Robinson* herangezogen. Er weist nach, daß die malayische Fauna sich im Westen nordwärts bis Pegu erstreckt, und daß das südliche Siam und Tenasserim eine solche von ausgesprochenem Mischcharakter besitzen. Das nördliche Siam und das südliche China sind durch langgezogene Gebirgszüge verbunden. Die zahlreichen Täler dieser Höhen bilden ausgezeichnete Wege für die Verbreitung der einzelnen Arten. So ist es erklärlich, daß die Insel Hainan, in früheren Erdperioden mit dem chinesischen Festland verbunden, heute eine große Zahl siamesischer Arten aufweist. *Gyldenstolpe* verzeichnet deren 69. Das nördliche Siam zeigt zoogeographisch nahe Beziehungen zur Fauna des Himalaya und besitzt eine Anzahl der für das indische Bergland charakteristischen Formen. Die Faunen von Sumatra, Java, Borneo und der Philippinen zeigen zwar noch Hinweise zu dem Siam beherrschenden malayischen Faunencharakter, wenn sie auch unter sich, je nach der Zeit ihrer Abtrennung vom Festlande, differenziert erscheinen. Im südlichen Siam steigen übrigens malayische Formen im Osten nördlicher hinauf als im Westen, wahrscheinlich abhängig von den meteorologischen Verhältnissen. Nach den Forschungen *Gyldenstolpes* kennen wir jetzt rund 350 Arten aus Siam. Diese Zahl dürfte sich nach Durchforschung des östlichen, an Annam grenzenden Gebietes noch erhöhen. Hoffentlich wird Graf *Gyldenstolpe* diese siamesischen Grenzländer auf einer dritten Reise der ornithologischen Wissenschaft erschließen.

Seinen früheren **Beobachtungen an Kanarienbastarden** hat Prof. *Braun* in Deutsch-Eylau vor kurzem weitere folgen lassen. Von der Erfahrung ausgehend, daß man von den Tierpflegern, die sich in erster Linie mit der Bastardzucht beschäftigen, keine genügende Auskunft über Blendlinge, besonders über das geistige Gepräge derselben, erhält, beschloß *Braun*, selbst Jahre hindurch fortgesetzte Beobachtungen nach dieser Richtung hin anzustellen. Die Auskünfte, welche die Bastardzüchter von ihren Pfleglingen geben, beschränken sich meist auf deren Jugendzeit, d. h. der Hauptsache nach auf die Zeit bis zur ersten Mauser. Darauf allein ist aber keine Kenntnis dieser Tiere aufzubauen. Um mit dem Charakter irgend eines Geschöpfes wirklich vertraut zu werden, müssen wir dessen Eigenschaften in reiferen Jahren, ja im Alter ebenso gut beobachten wie das Verhalten derselben in der Jugend. Bei mehrjährigen Bastarden kommen mancherlei körperliche und geistige Eigenschaften zur Erscheinung, die wir bei jüngeren Vögeln nicht beobachten. *Braun* hat sich der großen Mühe unterzogen, in vielen Paaren Kanarienvögel mit Stieglitz, Zeisig, Hänfling, Girlitz und Leinzeisig zu kreuzen. Acht Jahre setzte er seine Versuche fort. Die Ergebnisse, die er hierbei gewonnen, sind mannigfacher Art. Sein Hauptaugenmerk richtete er auf die Entwicklung der Lautäußerungen. Da alle Bastarde namentlich in der Jugend mehr oder weniger Spöttertalent besitzen, so sind die jungen Vögel meist bestrebt, sich die Strophen der ihnen gegebenen Vorsänger anzueignen, so daß es schwer fällt zu entscheiden, was von den Lautäußerungen derselben als eigener angestammter, nicht übernommener Besitz bezeichnet werden kann.

Dem Lobe, welches viele Züchter dem Gesange der Blindlinge zollen, vermag sich *Braun* nach seinen Erfahrungen nicht anzuschließen. Er vertritt die Ansicht, daß die von den meisten Züchtern durch gute Lehrmeister herbeigeführte Ausbildung der Blindlinge zu guten Sängern die vererbten, eigentümlichen Lautäußerungen dieser Vögel völlig verhüllt und unkenntlich macht. Bezüglich der individuellen Entwicklung der Gesangesgabe der Kanarienbastarde ist *Braun* geneigt, drei Phasen zu unterscheiden. Zunächst die Sangesübungen der Männchen vor der ersten Brunstzeit; alsdann ihren Gesang in den Wochen und Monaten höchster geschlechtlicher Erregung; und schließlich die mehr spielerische Betätigung des Triebes während der in geschlechtlicher Hinsicht neutraleren Jahreszeit. Gerade in jüngster Zeit ist die Zucht von Bastarden sehr in Aufnahme gekommen. Man sollte auch, setzt *Braun* auseinander, in dem Bestreben, beispielsweise Buchfinken und Sperlingsbastarde zu züchten, nicht ermatten, da diese Blindlinge uns hinsichtlich der Vererbung des Gesanges und bezüglich seiner Zusammensetzung aus einzelnen Bestandteilen sicherlich noch manches verraten könnten. Ebenso verdienen die Züchter Dank, wenn sie sich ernstlich bemühen, mit zwei- oder dreijährigen Blindlingsweibchen einen Züchterfolg zu erringen. Vielleicht dürften sich dann die praktischen Ausnahmen von der theoreti-

schen Unfruchtbarkeit dieser Blindlinge doch noch um den einen oder anderen Fall vermehren lassen.

Eine Bibliographie der englischen Ornithologie wurde vor längerer Zeit von Dr. *Elliot Coues* in Washington geschrieben. Der Genannte hatte seinem Werke: *Birds of the Colorado Valley* (1878) einen Appendix beigelegt, der eine Liste der faunistischen Literatur Nordamerikas brachte. Diese Arbeit erregte Aufsehen in der wissenschaftlichen Welt. Ein Komitee englischer Zoologen, an dessen Spitze *Charles Darwin* stand, hatte Dr. *Coues* eingeladen nach England zu kommen, um ein gleiches Werk für die britische Ornithologie zu schaffen. Der amerikanische Gelehrte folgte dem ehrenvollen Ruf. Inzwischen sind sechs- und dreißig Jahre verflossen und ein neues Werk tritt an die Stelle des älteren. Der bekannte ornithologische Historiker *W. H. Mullens* und *H. Kirke Swann* geben jetzt eine Bibliographie der englischen Ornithologie, von den frühesten Zeiten bis zum Jahre 1912 (*Mac Millan & Co., London*) heraus. Der erste Teil ist erschienen. Neben bibliographischen bringt das Werk auch biographische Mitteilungen über einen jeden Autor. Das Datenmaterial, welches die Verfasser zusammengetragen haben, ist ganz enorm. Mit sechs Teilen soll das Werk abgeschlossen werden.

H. Schalow, Berlin.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

11. Januar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr v. Waldeyer-Hartz.

Herr *Liebisch* sprach über die Interferenzfarben des Quarzes im polarisierten Licht nach einer gemeinsam mit Herrn Dr. A. Wenzel ausgeführten Untersuchung. Die Erweiterung der Young-Helmholtz'schen Theorie der Gesichtsempfindungen durch A. Koenig und C. Deterici gestattet eine vergleichende quantitative Untersuchung der beiden Arten von Interferenzfarben, die im Quarz nach Richtungen senkrecht oder parallel zur optischen Achse durch parallelstrahliges polarisiertes Licht hervorgerufen werden. Aus den bekannten Werten der Doppelbrechungen nach diesen Richtungen ergeben sich die Grundempfindungskurven und die zugehörigen Kurven für Farbton, Sättigung und Helligkeit in keilförmigen Präparaten. Hieran schließt sich eine Erläuterung des Einflusses, den die charakteristische Verschiedenheit in der Gestalt der Oberflächen gleichen Gangunterschiedes auf die Interferenzerscheinungen an basischen Platten aus inaktiven oder aus aktiven optisch einachsigen Kristallen ausübt, und eine Untersuchung der Interferenzfarben, die an Quarzplatten parallel zur Basis im konvergenten polarisierten Lichte beobachtet werden.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

11. Januar. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Hofrat K. Toldt legt den vierten Bericht über die anthropologischen Studien in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern von Prof. R. Pöck vor. Vom 18. bis zum 24. Dezember 1916 und vom 1. bis 6. Januar 1917 wurden von Prof. Dr. R. Pöck und Assistenten J. Weninger in einem k. u. k. Kriegsgefangenenlager die anthropologischen Untersuchungen fortgesetzt. Die meisten der in diesem Lager gemessenen Kriegsgefangenen wurden auch photogra-

phiert, und zwar als dreiteiliges Bild des Gesichtes von vorne, von der Seite und in Eindrittelseitenansicht.

Das k. M. Prof. Dr. G. Ritter Beck v. Mannagetta übersandte folgende zwei Abhandlungen von Dr. Otto Baumgärtel in Prag:

1. „Die Anatomie der Gattung *Arthrocnemum Moqu.*“ Für die Gattung *Arthrocnemum Moqu.* ergeben sich folgende charakteristische anatomische Merkmale: 1. Der Sproß stellt eine innige Zusammenfassung von Blatt und Stamm dar. 2. In der Rinde finden sich Spikularzellen. 3. Die vier Gefäßbündel spalten sich paarweise, worauf ihre Gabeläste mit den neuen Blattsträngen verschmelzen. 4. Die Gefäßbündel des Stammes konvergieren im Hypokotyl und vereinigen sich zu einer tetraarchen Stele. 5. Die Wurzelstele besitzt Perikambien I und II wie der Sproß.

2. „Studien über Pneumatokarpie.“ 1. Pneumatokarpie oder Blähfrüchte sind jene Fruchttypen, deren Größe und Form durch den Druck einer inneren Atmosphäre modifiziert wird. 2. Die Untersuchungen zielten darauf ab, die Herkunft der inneren Atmosphäre zu erklären. 3. Der Reichtum an Kohlendioxyd läßt das Gasgemisch der Blähfrüchte als Atemprodukt erscheinen, das aus den in der grünen Fruchtwand gebildeten Kohlehydraten entsteht.

Das k. M. Hofrat E. Heinricher übersendet eine im botanischen Institute der Universität Innsbruck ausgeführte Arbeit des a. o. Prof. Dr. A. Sperlich unter dem Titel: „Jod, ein brauchbares mikrochemisches Reagens für Gerbstoffe, insbesondere zur Darstellung des Zusammenhanges in der Verteilung von Gerbstoff und Stärke in pflanzlichen Geweben.“ Der wesentliche Inhalt ist folgender: Freies Jod kann in Spuren ohne Schädigung des lebenden Plasmas in die Zelle dringen und veranlaßt die Gerbstoffe zur allmählichen Bildung fester, nahezu unangreifbarer und gut gekennzeichnete Körper: Oxydationsprodukte, wahrscheinlich Phlobaphene oder diesen nahestehende Stoffe. Die Jodgerbstoffprobe läßt sich den üblichen Gerbstoffreaktionen gleichwertig an die Seite stellen. Ihr Hauptvorteil ist die kontrastreiche Hervorhebung von Gerbstoffen und Stärke im histologischen Bilde.

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften (Stiftung Heinrich Lanz).

13. Januar. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitzender: Herr Bütschli.

Es werden folgende wissenschaftliche Arbeiten vorgelegt:

1. Von Herrn Bütschli eine Arbeit von R. Lauterborn, die teilweise mit Unterstützung der Klasse ausgeführt wurde: „Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms.“ I. Teil. Während die Biologie der stehenden Gewässer, vor allem diejenige der Seen, seit Jahren Gegenstand wichtiger Forschungen war, fehlte eine Darstellung der Biologie eines Stromes von der Quelle bis zur Mündung bis jetzt völlig. Die vorliegende Abhandlung sucht, als Vorläufer einer größeren Arbeit, diese Lücke auszufüllen, und zwar am Beispiel des Rheins. Nach einer allgemeinen Würdigung der Bedeutung und der Ziele der Flußforschung gibt sie zunächst eine kurze Übersicht über die Entstehung des Rheinsystems aus verschiedenen, ursprünglich getrennten Teilstücken. Der Oberlauf, von der Quelle bis zum Bodensee, scheint früher der Donautributär gewesen zu sein, während die Flüsse vom Nordabhang der Alpen durch die burgundische Pforte der Rhone und damit dem Mittelmeer zuströmten; erst die Eiszeit brachte den Anschluß des alpinen Rheins an jenen „Ur-Rhein“, der bereits im Pliocän in der Richtung des heutigen Mittel- und Niederrheins seine Fluten einem Nordmeere zuführte. — Daran schließt sich eine Gliederung des Rheins in seine natürlichen Stromstrecken. Als solche werden unterschieden: 1. *Alpenrhein* von der Quelle bis zum Bodensee. 2. *Bodensee* mit dem Seerhein. 3. *Hochrhein* vom Bodensee bis Basel. 4. *Oberrhein* von Basel bis Bingen. 5. *Mittelrhein* von Bingen bis Bonn. 6. *Niederrhein* von Bonn bis zur Mündung. Von diesen Strecken werden im vorliegenden I. Teil zunächst Alpenrhein, Bodensee und Hochrhein behandelt, und zwar jeweils in Gestalt eines kurzen Überblicks über die hydrographischen und geomorphologischen Verhältnisse, dem eine eingehendere Schilderung der charakteristischen Tier- und Pflanzenwelt sowie der biologischen Formationen in und am Strome folgt. Den Beschluß bildet eine biogeographische Charakteristik der einzelnen Strecken, in der die Herkunft der Faunen- und Floren-Elemente besprochen wird. Ein II. Teil soll in ähnlicher Weise Ober-, Mittel- und Niederrhein behandeln.

2. Von Herrn Lenard eine Arbeit von J. Königsberger (Freiburg): „Über die Streuungsabsorption von Kanalstrahlen.“ Bericht über eine mit Unterstützung der Akademie ausgeführte Arbeit. Es wird hier die von den Kathodenstrahlen und dann den α -Strahlen her schon bekannte Schlußweise, aus Durchquerungen der Atome auf das Atominnere, auch auf die Kanalstrahlen übertragen, was um so mehr von Wichtigkeit erscheint, als die mit den ersten Strahlen erlangte Kenntnis noch nicht in allen Punkten übereinstimmt. Es haben bekanntlich die Kathodenstrahlen zu zwei verschiedenen Atommodellen geführt, wobei im ersten Modell (J. J. Thomson) die positive Elektrizität zusammenhängend den ganzen Atomraum erfüllt, in dessen Innerem die negativen Elektronen kreisen, während in dem zweiten (Lenard) auch die positive Elektrizität unterteilt und auf kleine Räume konzentriert ist, wie die negative, so daß kreisende Paare von positiven und negativen Quanten (Dynamiden oder Magnetonen) in einer dem Atomgewicht proportionalen Zahl das Atom aufbauen. Die α -Strahlen haben zu einer Abänderung des letzteren Modells insofern geführt (Rutherford und Bohr), als die positive Elektrizität zwar ebenfalls auf sehr kleinem Raum konzentriert, aber nicht unterteilt angenommen wird, so daß ein einziger positiver Kern des Ganzen entsteht. Herr Königsberger betrachtet seine Resultate

an den Kanalstrahlen vom Standpunkte des letzteren Modells, wobei sich, soweit bisher die Untersuchung geht, Übereinstimmungen zeigen.

3. Eine Arbeit von L. Königsberger: „Über die Hamiltonschen Differentialgleichungen der Dynamik.“ I. Zum Zwecke der Untersuchung der Integrale der Hamiltonschen Differentialgleichungen der Dynamik werden zunächst einige Sätze über die Transformation von Differentialgleichungssystemen erster Ordnung, deren Irreduktibilität, und die Methoden zur Aufstellung der Reduktibilitätsbedingungen entwickelt. Um die Reduktion der Differentialgleichungen der Mechanik auf die Jacobi-Weierstraßsche Normalform zu bewerkstelligen, werden verschiedene Methoden für die Transformation der Energie angegeben und hieraus zwei verschiedene Formen der Hamiltonschen Differentialgleichungen hergeleitet, welche den folgenden Integraluntersuchungen zugrunde gelegt werden.

4. Von Herrn Bütschli eine Arbeit von W. v. Buddenbrock (im Felde): „Die Lichtkompaßbewegungen der Insekten, insbesondere der Schmetterlingsraupen.“ Die Raupen kriechen im Sonnenlicht, wenn man sie auf irgend eine ebene Fläche setzt, ganz geradeaus. Im diffusen Licht oder im Dunkeln bewegen sie sich in verschnörkelten Kurven. Sie orientieren sich folglich durch das Licht. Dies geht auch aus dem Versuch auf der Drehscheibe hervor; auf Drehung ihrer Unterlage reagiert die Raupe nämlich durch Gegendrehung, so, daß sie ihre ursprüngliche Bewegungsrichtung beibehält. Bisher faßte man nun diesen bekannten Versuch so auf, daß das Tier einen direkt vor ihm liegenden Punkt fixiere und auf ihn zukröche. Dies ist unrichtig, denn die Raupe führt eine sogenannte *Lichtkompaßbewegung* aus. Hierunter versteht man, daß sie von einer beliebigen Anfangsstellung ausgehend, ihre relative Lage zur Lichtquelle beizubehalten sucht, derart, daß der Winkel zwischen den Lichtstrahlen und der Bewegungsrichtung konstant bleibt. Beweis: Die Raupe wird in die Nähe einer künstlichen Lichtquelle auf den Tisch gelegt. Sie kriecht z. B. so, daß der Lichtstrahl ihre linke Seite trifft. Nun wird die Lampe derart verstellt, daß die rechte Seite des Tieres beleuchtet wird. Sofort dreht sich die Raupe um 180 Grad um und kriecht wieder so, daß sie wieder von links bestrahlt wird. Unter natürlichen Verhältnissen ist die richtende Lichtquelle die Sonne. Da deren Strahlen parallel sind, bewegt sich das Tier, indem es die Strahlen stets unter demselben Winkel schneidet, gerade aus. Bewegt sich das Tier unter dem Einfluß einer nahen Lichtquelle (z. B. einer Laterne), deren Strahlen nicht parallel, sondern radiär verlaufen, so kann es sich, diese Strahlen unter gleichen Winkeln schneidend, folgendermaßen bewegen: 1. Geradlinig auf das Licht zu oder von ihm weg; Winkel = 0 Grad. 2. Im Kreis um das Licht herum; Winkel = 90 Grad. 3. In einer Spirale, die im Lichte endigt bzw. an ihm beginnt. Alle diese Bewegungsarten lassen sich experimentell beobachten. Sie treten ferner beim „Flug der Insekten zur Flamme“ in typischer Weise auf, so daß auch dieses sehr oft besprochene, aber wissenschaftlich bisher unaufgeklärte Phänomen als ein Spezialfall der Lichtkompaßorientierung betrachtet werden muß. Die Bedeutung der Lichtkompaßbewegung für die Biologie der Tiere liegt darin, daß sie dieselben zu geradliniger Bewegung zwingt, die in sehr vielen Fällen nützlich ist. Sie ist höchstwahrscheinlich bei allen Insekten nachweisbar.

Es folgen geschäftliche Mitteilungen.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

13. Januar. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Freiherr E. Stromer von Reichenbach berichtet über die *Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. II. Wirbeltier-*

Reste der Baharijo-Stufe (unterstes Cenoman). 3. Die Säge des Pristiden Onchopristis numidus Haug sp. und über die Sägen der Sägehaie. Zahlreiche, isolierte Zähne von sehr verschiedener Größe und etwas wechselnder, eigenartiger Form sowie zwei verkalkte Knorpelrostron werden genau beschrieben und abgebildet. Es wird festgestellt, daß sie zusammengehören und daß es sich um Rostren von Sägehaien handelt, die auf seitlichen Narben schlanke Zähne trugen, welche mit Widerhaken versehen sind und aus Dentin und Schmelz mit einem Sockel aus wirrem Trabekulardentin bestehen. Vergleiche ergeben, daß ähnliche Zähne vereinzelt schon aus der mittleren und oberen Kreide Nordafrikas und aus der oberen Kreide Frankreichs bekannt sind, daß sie aber für Rachenzähne von Reptilien oder Knochenfischen gehalten wurden. Strukturunterschiede nötigen, für die vorliegende, geologisch älteste Form eine neue Gattung, *Onchopristis*, aufzustellen, während die oberkretazische nach den Prioritätsregeln *Onchosaurus* genannt werden muß. Eine vergleichende Übersicht über rezente und fossile Sägen von Pristidae und Pristiophoridae ergibt, daß sich beide Familien näher stehen, als man neuerdings annahm, und daß die Sägezähne der genannten zwei ältesten Gattungen, die zu den Pristidae gestellt werden, in ihrem Bau zwischen denjenigen beider Familien vermitteln. Es lassen sich Reihen nach der Höhe der Ausbildung der Rostren und ihrer Zähne aufstellen, die neben Betrachtungen über deren Zweck Vermutungen über die stammesgeschichtliche Entwicklung der Sägen der Sägehaie erlauben. Vergleichbare große Widerhakenzähne sind nämlich an den Kopfseiten männlicher Hybodontidae aus dem mittleren Mesozoikum nachgewiesen und wurden als Klammer- oder Reizorgane für die Begattung aufgefaßt. Entsprechende Gebilde könnten den Ausgangspunkt der Entwicklung auch hier gegeben haben, die dann zur Senkrechstellung und Rückbildung der Zahnkronen, zur Erhöhung der Zahnwurzeln und zuletzt zur Ausbildung ständig nachwachsender Sägezähne der tertiären und heutigen Pristidae führte, während gleichzeitig die Befestigung der Sägezähne am verkalkten und kompliziert gebauten Rostrum eine bessere wurde. Bei diesen jüngeren Pristidae ist eine starke Abnutzung der Sägezähne durch den Gebrauch festgestellt. Er wird im Nahrungserwerb, Töten von Fischen durch Aufschlitzen des Bauches, vermutet. Die Ursache der Umänderung der Sägezähne kann in funktioneller Anpassung gesucht werden, die bei den basalen Teilen, welche aus Trabekulardentin bestehen, möglich ist, während bei schmelzbedeckten Zahnkronen eine solche kaum in Betracht kommt, da ihre Umbildung durch den Gebrauch unmöglich ist und nur eine Abnutzung stattfindet. (Erscheint in den Abhandlungen.)

2. Herr S. Finsterwalder legt vor eine Abhandlung von Professor H. Mohrmann in Klostal: *Die Minimalzahl der stationären Ebenen eines räumlichen Ovals.* (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

3. Herr A. Föppl spricht: *Über den elastischen Verdrehungswinkel eines Stabes.* Für Stäbe von kreisförmigem, elliptischem, rechteckigem Querschnitt und für eine Reihe von anderen Fällen kennt man genaue Formeln für den elastischen Verdrehungswinkel. In den übrigen Fällen, wozu namentlich die häufig vorkommenden Walzeisenträger gehören, ist man auf die Benutzung von Näherungsformeln angewiesen. Am meisten gebraucht wird für diesen Zweck eine von de Saint-Venant aufgestellte Näherungsformel, die aber, wie eine nähere Betrachtung erkennen läßt, öfters ganz unzutreffende Werte liefert. Für Walzeisenträger, deren Querschnitte aus einer Vereinigung von mehreren schmalen Rechtecken bestehen, wird eine andere Näherungsformel aufgestellt, die viel besser zutrifft, und zwar um so genauer, je kleiner die Schmalseite der Rechtecke gegenüber der Langseite ist. Anhangsweise wird für Stäbe von diesem Querschnitt

auch noch eine Formel für die durch ein Verdrehungsmoment hervorgebrachte größte Schubspannung aufgestellt. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

15. Januar. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

Herr Rohn trug vor über eine Arbeit von Professor H. Liebmann: „Die äquivalente Extremalentransformation, eine Anwendung der Berührungstransformationen, mit einem Zusatz von Friedrich Engel“, Herr Wiener über einen zweiten Teil der Untersuchungen von Dr. Lilienfeld über Elektrizitätsleitung im extremen Vacuum: „Die Doppelschicht im Auftreffpunkte der Kathodenstrahlen“, Herr Hölder über eine Fortsetzung der Arbeiten von Professor Blaschke über affine Geometrie: „Eine Minimeigenschaft der Ellipse“.

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg.

Die ordentliche Sitzung vom 13. Dezember 1916 eröffnete der Vorsitzende F. Richarz mit einer Ansprache zur Erinnerung an die vor hundert Jahren stattgehabte Gründung der Gesellschaft. Als die eigentlichen Gründer der Gesellschaft sind zu betrachten der Oberbergrat Ullmann, Prof. der Berg- und Hüttenkunde an der Universität, und der Physiker Muncke, bekannt als Mitherausgeber von Gehler's Wörterbuch der Physik. Die Satzungen der Gesellschaft wurden bei ihrer Begründung mit Genehmigung der kurhessischen Regierung zu Cassel festgesetzt; sie gaben der Gesellschaft die Konstitution einer Akademie mit staatlicher Unterstützung ohne Mitgliederbeiträge. Mitgliedschaft wird nicht durch Anmeldung erworben, sondern durch Zuwahl seitens der stimmfähigen ordentlichen Mitglieder, deren Anzahl beschränkt ist. Diese Konstitution als Akademie hat sich die Gesellschaft dank der weiter ihr zuteil gewordenen Unterstützung, auch seitens der preussischen Regierung seit 1866, stets bewahren können.

Herr E. Kayser legte der Gesellschaft die vor kurzem erschienenen, von der Geologischen Landesanstalt herausgegebenen *Blätter der Umgebung von Marburg* im Maßstab 1:25 000 vor und erläuterte daran den allgemeinen geologischen Aufbau des Gebietes. Insbesondere wurde dabei der offensichtliche Einfluß der zahlreichen die Buntsandsteintafel durchsetzenden Verwerfungen auf die Form der Berge in der Umgebung der Stadt — und damit auf die vielgerühmte Schönheit Marburgs — sowie auf die merkwürdige Ablenkung der Lahn bei Kölbe aus der Ost- in die Südrichtung besprochen.

F. B. Hofmann: *Die Automatie des Herzens und seiner Teile.* Nach den Versuchen des Vortragenden ist der vorübergehende Stillstand der Kammer des Froschherzens nach ihrer Abtrennung vom Venensinus darauf zurückzuführen, daß die Kammer bis zum Versuch dauernd in Abhängigkeit vom Venensinus geschlagen hatte, wodurch ihre eigene Automatie in den Hintergrund gedrängt war. Es zeigt sich nämlich, daß ein dementsprechender vorübergehender Kammerstillstand auch auftritt, wenn man den entwickelten selbständigen Kammerhythmus durch eine mittels künstlicher Reizung erzwungene frequentere Schlagfolge eine Zeitlang unterdrückt. Die Erscheinung, daß ein Organ oder Organteil, der unter gewöhnlichen Umständen in Abhängigkeit von einem anderen Organ tätig ist, nach seiner funktionellen Isolierung die ihm innewohnende Fähigkeit zur spontanen eigenen Tätigkeit erst allmählich voll entfaltet, ist aber nicht auf das Herz beschränkt, sondern ist, wie der Vortragende an einer Reihe von Fällen zeigt, ein sehr verbreitetes Verhalten von allgemein physiologischem Interesse.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 7.

16. Februar 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Der gegenwärtige Stand unsrer Kenntnis vom Schutz gegen Schall und Erschütterungen. Von *Dipl.-Ing. K. Hencky, München.* S. 97.

Ueber die Ursache der Bildung von Schwefelkieslagern. Von *V. Rodt, Berlin-Lichterfelde.* S. 102.

Ueber embryonales Wachstum und seine Tagesperiode. Von *Prof. Dr. G. Karsten, Halle.* S. 104.

Besprechungen:

Frech, Fritz, Geologie Kleinasiens im Bereich der Bagdadbahn. Von *C. Diener, Wien.* S. 106.

Heim, Albert, Geologie der Schweiz. Von *J. Früh, Zürich.* S. 107.

Schaffer, Franz X., Grundzüge der allgemeinen Geologie. Von *B. Weigand, Straßburg.* S. 108.

Fritz, M. Paläogeographische Erdkarten. Von *Th. Arldt, Radeberg.* S. 109.

Kleine Mitteilungen:

Ueber die Zerstörung von verarbeitetem Holz durch Käfer und den Schutz dagegen. Nährhefe als Nahrungsmittel. Der Erreger der Maul- und Klauenseuche. Sauerstoff der Sonne. S. 110-112.

Das konzentrierte Licht

OSRAM-AZO

Gasgefüllte Lampen
bis 2000 Watt



Neue Typen:

Osram-Azola
Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

Nur das auf dem Glasballon
eingestanzte Wort **OSRAM**
bürgt für das Fabrikat der
Auer-Gesellschaft, Berlin O. 17
Überall erhältlich!

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Bauakustik

Schutz gegen Schall und Erschütterungen

Von

Dr. Franz Weisbach

Mit 31 Textfiguren — Preis M. 3.60

Taschenbuch für Bauingenieure

Unter Mitwirkung von

Ing. Fr. Bleich-Wien, Geheimrat Prof. Th. Böhm-Dresden, Geheimrat Prof. H. Engels-Dresden, Prof. Dr. jur. A. Esche-Dresden, Geheimrat Prof. M. Foerster-Dresden, Prof. Dr.-Ing. W. Gehler-Dresden, Geheimrat Prof. E. Genzmer-Dresden, Stadtbaurat a. D. Th. Koehn-Berlin, Privatdozent Regierungsbaumeister Dr.-Ing. F. Kögler-Dresden, Geheimrat Prof. G. Lucas-Dresden, Geheimrat Prof. G. Mehrtens-Dresden, Baurat Dr.-Ing. A. Schreiber-Dresden, Königlicher Bauamtmann E. Wentzel-Dresden

herausgegeben von

Max Foerster

Geh. Hofrat, ord. Professor an der Technischen Hochschule in Dresden

Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage

2094 Seiten auf bestem Dünndruckpapier — Mit 3054 Figuren

In zwei Teilen — In Leinen gebunden

In einem Bande Preis M. 20.—; in zwei Bänden Preis M. 21.—

Der Bauingenieur in der Praxis

Eine Einführung in die wirtschaftlichen und praktischen Aufgaben
des Bauingenieurs

Von

Th. Janßen

Regierungsbaumeister a. D., Privatdozent an der Königl. Technischen Hochschule zu Berlin

Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 6.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

16. Februar 1917.

Heft 7.

Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnis vom Schutz gegen Schall und Erschütterungen.

Von Dipl.-Ing. K. Hencky, München,

Assistent am Laboratorium für technische Physik an der
K. Technischen Hochschule.

Auf dem Gebiete des Bauwesens, das in Hinsicht auf die architektonische Wirkung eine so beachtenswerte Höhe erreicht hat, machen sich in neuerer Zeit die störenden Einflüsse des Schalls und der Erschütterungen in immer stärkerem Maße bemerkbar. Die Vorteile neuerer Bauweisen sowie besonders finanzielle Rücksichten waren die Ursache, daß man beim Bauen auf die Schallbelästigung oft nicht genügend Bedacht nahm. Dieser Verzicht auf ausreichenden Schallschutz findet zum Teil auch darin seine Erklärung, daß noch eine gewisse Unsicherheit in der Anwendung und der Auswahl der Mittel zur Schalldämpfung bestanden hat, die, wie wir sehen werden, in der Eigenart des vorliegenden Problems begründet ist. Diese Unkenntnis darf trotz der Reichhaltigkeit der physikalischen Literatur nicht weiter überraschen, da es meist sehr schwer zu entscheiden ist, in welchem Maße die Resultate rein physikalischer Forschung für die technische Praxis Bedeutung haben. Im Interesse aller war es daher gelegen, daß in besonderen, den praktischen Verhältnissen Rechnung tragenden Versuchen eine Klärung dieser Fragen herbeizuführen unternommen wurde. Hierher gehören in erster Linie die im Laboratorium für technische Physik an der Kgl. Technischen Hochschule in München von *Berger* und *Ottenstein* durchgeführten Arbeiten und die von *Weisbach* an der Universität Leipzig ausgeführten Untersuchungen. Die Ergebnisse dieser seit mehreren Jahren im Gange befindlichen Arbeiten sollen im folgenden kurz auseinandergesetzt werden, da sie bereits zu wertvollen Resultaten geführt haben, welche zweifellos allgemeines, über die Fachkreise hinausreichendes Interesse beanspruchen dürfen.

Die Fortpflanzung des Schalls findet im allgemeinen teils durch die Luft, teils durch feste Körper statt. Ein gesprochenes Wort wird z. B. durch die Luft übertragen, welche Schallausbreitung wir als „Luftschall“ bezeichnen wollen. Im Gegensatz hierzu werde die Geräuschübertragung in festen Körpern als „Bodenschall“ gekennzeichnet. In praktisch vorliegenden Fällen hat man es meist mit einem Zusammenwirken beider Schallarten zu tun. Eine Trennung bei akustischen Betrachtungen ist dennoch notwendig

geworden, weil beide Möglichkeiten der Schallbelästigung zu ihrer wirksamen Dämpfung voneinander ganz wesentlich verschiedene Maßnahmen erfordern. Es sollen daher zunächst die Verhältnisse bei Luftschall näher betrachtet und dann die bei Bodenschalleitung zu beachtenden Gesichtspunkte besprochen werden.

I. Luftschall.

Für die Fortpflanzung des in einem geschlossenen Raume entstandenen Luftschalles treten ganz analog den Verhältnissen bei der Wärmestrahlung drei Möglichkeiten in Erscheinung. Ein Teil der Schallenergie wird nach Auftreffen auf die Wände von deren Oberfläche wieder reflektiert, ein Teil dringt in die Wand ein und wird durch Überführung in eine andere Energieform absorbiert. Der Rest endlich durchdringt die Wand und tritt auf der Gegenseite als Luftschall wieder auf. Die von den Wänden zurückflutende und im Raume wieder gehörte Schallenergie führt zu der Erscheinung des Nachhalles, die letzte von der Wand hindurchgelassene Schallmenge bewirkt eine unerwünschte Schallbelästigung in dem Nebenraume.

Der Nachhall, welcher die immer wieder auftauchende Frage nach der Ursache der „Akustik“ von Zimmern, Sälen und sonstigen geschlossenen Räumen umfaßt, tritt nach zwei Richtungen störend hervor, erstlich durch die Größe der reflektierten Schallenergie, welche auf die Volumeneinheit bezogen mit Energiedichte bezeichnet sei, und zweitens durch die Dauer des Nachhalles, d. h. derjenigen Zeit, die vom Augenblick des Abbrechens des Tones bis zu dessen Verschwinden im Raume verstreicht. Die Theorie¹⁾ zeigt, daß bei gegebener ausgesandter Schallenergie die Energiedichte und ebenfalls auch die Dauer des Nachhalles mit der Vergrößerung der Oberflächen und der Verminderung ihres Reflexionsvermögens abnimmt. Unter Oberflächen sind nicht nur die Begrenzungsflächen des Raumes zu verstehen, sondern auch die Oberflächen sämtlicher im Raume vorhandener Gegenstände, einschließlich der Oberflächen von Verzierungen, Wandrippen usw. Es kann daher durch eine starke Gliederung der Wände eine entsprechende Verminderung des Nachhalles bewirkt werden.

Das Reflexionsvermögen der Wände ist durch passende Wahl des Materials in den erforderlichen Grenzen zu halten. Da Öffnungen (offene Türen

¹⁾ *G. Jäger*, Zur Theorie des Nachhalles. Sitz.-Bericht der K. Akademie der Wiss. in Wien, math.-naturw. Klasse Bd. CXX, 1911, Abt. II a.

und Fenster) keinen Schall zurückwerfen, ist deren Reflexionsvermögen = 0. Demgegenüber sind Wände sehr stark reflektierend, wie Versuche von *Sabine*¹⁾ zeigen. Es ist z. B. das Reflexionsvermögen für

Offenes Fenster	= 0,000
Fichtenholzverkleidung	= 0,939
Glas von einfacher Dicke	= 0,973
Mörtelbewurf auf Ziegel	= 0,975

Durch Behängen der Wände mit Stoff, Tapeete usw. wird das Reflexionsvermögen stark herabgesetzt. Dies beruht darauf, daß die feinen stark luftdurchlässigen Gewebe den Schall fast ungehindert durchlassen, worauf er durch die oftmalige, jedesmal mit Verlusten verbundene Reflexion zwischen Wand und Gewebe eine starke Dämpfung erfährt. Auch für diese Gewebe liegen Versuchszahlen vor:

Haarfilz, 2,5 cm stark	= 0,22
Teppiche	= 0,70
Vorhänge	= 0,77
Linoleum auf Fußboden	= 0,88
einzelner Mann	= 0,52
einzelne Frau	= 0,46
Publikum pro qm	= 0,04

Die beiden für die Nachhalldämpfung wichtigen Faktoren, die Vergrößerung der Oberfläche und die Verminderung des Reflexionsvermögens, sind aus den letzten drei genannten Versuchszahlen besonders gut in ihrer Einzelwirkung zu erkennen. Während ein Mann oder eine Frau hauptsächlich durch das geringe Reflexionsvermögen der Kleider eine Dämpfung auf 52 (46) % des ursprünglichen Schalles bewirkt, bringt eine Vermehrung der schallabsorbierenden Oberfläche, wie sie durch Anwesenheit mehrerer Personen geschieht, eine weitere starke Herabsetzung bis auf 4 % zustande. Die Anwesenheit einer hinreichend großen Besucherzahl ist demnach bei Aufführungen in Konzertsälen und Theatern von hoher Bedeutung.

Die Größe des Reflexionsvermögens eines Materials hängt auch noch von der Schichtdicke ab, und zwar in dem Sinne, daß mit der Schichtdicke das Reflexionsvermögen nicht proportional, sondern verzögert abnimmt; dabei ist noch festzuhalten, daß tiefe Töne weiter eindringen als hohe Töne. Demgemäß genügen bei letzteren dünnere Schichten als bei tiefen Tönen.

Die auf die Wand aufgetroffene Schallenergie, welche nicht reflektiert wird, dringt in dieselbe ein, wobei sie je nach Materialbeschaffenheit weiterhin absorbiert wird, der verbleibende Rest dringt hindurch und wird auf der anderen Seite als Luftschall von unserem Ohr wieder empfunden. Diese Schallübertragung auf die Neberräume kann in dreierlei Weise erfolgen. Die erste ist die, bei welcher die molekularen Teilchen der Wand beim Auftreffen des Schalles in wellenförmige Schwingungen geraten, die Wand

als Ganzes aber in Ruhe bleibt. Die Wellenbewegung durchsetzt die Wand unter Schwächung der Amplituden infolge der inneren Reibung. Schon aus theoretischen Erwägungen folgt, daß die Verminderung der Amplitude auch bei nur ganz dünnen Schichten eine sehr intensive ist und dadurch die auf solche Art übertragene Schallenergie verschwindend klein wird.

Wichtiger ist die zweite Art der Schallübertragung, welche in der Luftdurchlässigkeit der Materialien gegeben ist. Denn der Schall kann in den luftgefüllten Poren von Pore zu Pore übertragen werden und so die Wand durchdringen, ohne den festen Teil derselben in Schwingungen zu versetzen. Da hier die Luft der Schallträger bleibt, findet die Umwandlung des Schalles in eine andere Energieform nicht statt und es treten keinerlei dämpfende Umsetzungsverluste auf. Wir erkennen daher die hohe Bedeutung der Luftundurchlässigkeit für eine wirksame Schallisolation. Die Annahme, daß die Schallwellen beim Übergang von einer Luftpore zur anderen stark gedrosselt werden, hat sich nur in geringem Maße bestätigt gezeigt. Die Untersuchung poröser Körper hat dabei etwa eine proportionale Abnahme der Schalldurchlässigkeit mit der Abnahme der Luftdurchlässigkeit ergeben.

Ist daher auch beim Luftschallschutz die möglichste Luftdichtheit notwendig, so ist sie doch nicht hinreichend, denn es verbleibt noch eine dritte, gleichfalls sehr wirksame Art der Schallübertragung bestehen, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Wand als Ganzes unter dem Einfluß der auffallenden Schallenergie Durchbiegungen erfährt. Diese Biegungsschwingungen übertragen sich dann auf die jenseits gelegene Luftmasse. Über diese Art des Schalldurchganges sind wir besonders gut unterrichtet. Da gemäß obiger Vorstellung die Schwingungsamplitude der an die Rückseite der Wand grenzenden Luft mit derjenigen der Wand oder dem Betrag ihrer Durchbiegung proportional ist, kann angenommen werden, daß die Schalldurchlässigkeit nach den Gesetzen der statischen Durchbiegung einer Platte beurteilt werden darf. Die Größe dieser Durchbiegung und damit die Schalldurchlässigkeit hängt zunächst von den Auflagerbedingungen ab, d. h. davon, ob die Platte frei aufliegend oder am Rande eingespannt ist; im ersten Falle ist die Durchbiegung 4-mal so groß wie im letzteren. Versuche hierüber liegen nicht vor, wohl aber zahlreiche über den Einfluß der Plattenmasse, welche in der dritten Potenz die Durchbiegungen verkleinert. Unabhängig voneinander fanden *Weisbach*¹⁾ und *Berger*²⁾ die Abnahme der Schall-

¹⁾ *Weisbach*, Versuche über Schalldurchlässigkeit, Schallreflexion und Schallabsorption. Diss. Leipzig, 1910. Ders., Bauakustik, Berlin, Julius Springer 1913.

²⁾ *R. Berger*, Über die Schalldurchlässigkeit, Diss. München 1911. Ders., Versuche über die Durchlässigkeit gegen Luftschall, Gesundheits-Ingenieur 1911, Nr. 51, S. 925.

¹⁾ *Sabine*, The American Architect and Building News, LXVIII, April 7, 1900 f.

durchlässigkeit mit dem Plattengewicht. Fig. 1 gibt ein graphisches Bild dieser Gesetzmäßigkeit nach Versuchen von Berger. Zu deren zahlenmäßiger Veranschaulichung sind in Tabelle 1

Tabelle 1.

Material	Dicke mm	Gewicht kg	Relative Schalldurch- lässigkeit
Luft	—	—	100
Preßkork	15	1,29	77,5
Filz	15	1,80	70
Holz	15	2,83	57
Beton	15	14,60	15
Eisenblech	5	16,75	13,2
Bleiblech	2	25,20	9,4

die Durchlässigkeitszahlen für verschiedene Materialien zusammengetragen, wie sie aus der Fig. 1 abgelesen werden können. Eine eingehende

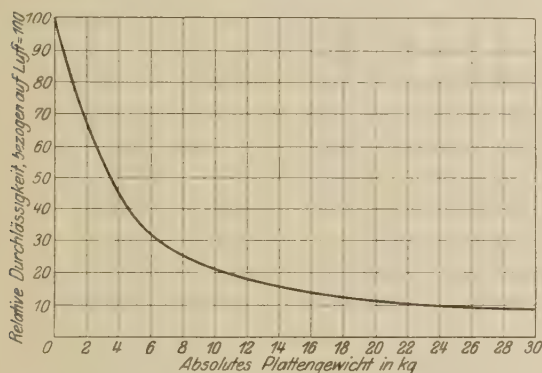


Fig. 1. Beziehung zwischen Schalldurchlässigkeit und Gewicht eingespannter quadratischer Platten (nach Berger).

theoretische Betrachtung ergibt in Übereinstimmung mit obigen Versuchen die Regel, daß man als Isolator einen Stoff anwenden muß, bei dem das Produkt aus Dichte und Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles möglichst stark von dem für Luft geltenden abweichen soll. Dies trifft in der Tat für schwere Wände zu.

Aus dem asymptotischen Verlauf der Durchlässigkeitskurve erkennt man ferner noch, daß von einem bestimmten Gewichte an für gleiche Schallstärke und bei gleicher Luftundurchlässigkeit der Platte nur mehr eine sehr kleine Verminderung der Schalldurchlässigkeit erreicht werden kann, so daß diese in keinem Verhältnis zu den gemachten Aufwendungen steht. Bei diesem Tatbestand muß demnach darauf verzichtet werden, durch weitere Vermehrung des Gewichtes und entsprechend feste Auflagerung der Wände, Decken usw. die Ausbildung von Biegungsschwingungen zu verhindern. Eine weitere Dämpfung kann vielmehr nur davon erwartet werden, daß durch geeignete Mittel die Schallwellen vor dem Auftreffen auf die schwingungsfähigen Wandteile

abgefangen werden oder daß die Ausbreitung der einmal entstandenen Biegungsschwingungen unterbunden wird. Ersteres wird erreicht, wenn die Oberflächen der Wände sehr stark absorbierend gestaltet werden, indem sie mit plastischen Stoffen z. B. Plastellin, belegt werden. Die Wirkung dieser Materialien beruht darauf, daß sie die Schwingungsenergie in nicht umkehrbare Formänderungsarbeit verwandeln und so nicht weiter gelangen lassen. — Die Ausbreitung entstandener Schwingungen kann wirksam hintangehalten werden, wenn die Wände aus mehreren Materialien mit entsprechenden zur Schwingungsdämpfung geeigneten Zwischenlagen zusammengesetzt werden. Die gute Schalldämpfung und die Art der Zusammenstellung solcher Wandkombinationen zeigen die in Tabelle 2 enthaltenen Angaben¹⁾. Als Vergleichswand ist darin eine Ziegelmauer von 120 mm Dicke gewählt, deren Schalldurchlässigkeit gleich 100 gesetzt ist.

Tabelle 2.

Wand Nr.	Relative Schalldurch- lässigkeit	Wand- gewicht	Schicht I	Schicht II	Schicht III
1	100	222	—	—	Ziegel 120 mm stark
2	80	237	Preßkork 30 mm	Korkpulver 50 mm	" "
3	73	300	" "	Schweißsand 50 mm	" "
4	72	270	—	Lehm, trock. 30 mm	" "
5	33	285	—	Lehm, halbtrocken	" "
6	25	300	—	Lehm, naß	" "

Nr. 1, 2, 3 gibt ein Bild der Schalldämpfung durch die Zwischenlager Korkpulver²⁾ und Schweißsand. Aus den Zahlenwerten zu Versuch Nr. 4, 5, 6 geht besonders deutlich die schalldämpfende Wirkung plastischer Stoffe (nasser Lehm) hervor, welche hier nicht als Außenbelag, sondern als Zwischenschicht gleichfalls stark dämpfend wirken.

Diese Methode der Luftschalldämpfung durch zusammengesetzte Wände ist im eigentlichen Sinne schon ein Problem der Bodenschalldämpfung, da es sich doch darum handelt, die Ausbreitung von Schwingungen einer Wand zu verhindern. Es kann daher nicht weiter befremden, wenn statt schwerer Materialien bei den Wandkombinationen gerade absichtlich diejenigen leichten, lose ge-

¹⁾ R. Ottenstein, über Schalldurchlässigkeit von Baumaterialien und ausgeführten Wänden. Gesundheits-Ingenieur 1913, Nr. 19, S. 345.

²⁾ Es muß hier ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß Kork ein leichtes, luftdurchlässiges Material ist und deshalb nach dem früher Gesagten für sich allein verwendet keinerlei merkliche Luftschalldämpfung besitzen würde.

geschütteten Stoffe benutzt werden müssen, welchen wir bei Betrachtung der Bodenschalldämpfung wieder begegnen werden.

II. Bodenschall.

Bodenschall entsteht dann, wenn einem Körper Gelegenheit gegeben ist, seine Schwingungen auf den Boden zu übertragen. Von den hierher gehörigen Schwingungsarten sind für die Technik am wichtigsten:

1. Verdichtungswellen (Fig. 2),
2. Schubwellen (Fig. 3),
3. Dehnungswellen in Stäben (Fig. 4),
4. Oberflächenwellen (Fig. 5),
5. Biegungswellen (Fig. 6).



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

Welche Wellenbewegung jeweils auftritt, hängt von der Art des Stoßes und der inneren Beschaffenheit der stoßenden Körper ab. In absolut unelastischen oder plastischen Stoffen ist das Auftreten von Wellen unmöglich¹⁾.

Die auf Seite 99 bereits erwähnte, für die Schwingungsdämpfung gültige Regel kommt auch für Bodenschalldämpfung zur Anwendung. Demgemäß ist als Isolator ein Material zu verwenden, dessen spezifisches Gewicht und dessen Schallgeschwindigkeit möglichst von den entsprechenden

Größen desjenigen Stoffes abweichen, von dem der Schall herkommt.

Da sich Erschütterungen in spezifisch schweren Stoffen mit hoher Schallgeschwindigkeit fortpflanzen, sind gemäß obiger Regel zur Dämpfung von Bodenschall leichte und lose geschüttete Materialien besonders geeignet, da sich in diesen der Schall mit geringerer Geschwindigkeit ausbreitet.

Für Bodenschallisolation kommen daher auch Luftzwischenräume in Frage. Diese sind in der Tat ein einfaches Mittel und man wendet sie insbesondere gegen Oberflächenwellen mit Erfolg an, indem z. B. rings um Maschinen tief in den Boden dringende schmale Luftspalten vorgesehen werden. Eine gleich gute Dämpfung tritt bei den Verdichtungswellen und Schubwellen ein. Müssen solche Luftzwischenräume teilweise durch feste Körper überbrückt werden, so können sich dennoch die Wellen ausbreiten. Es ist daher wichtig, auf allen Seiten für Isolierung des Schwingungsherdess Sorge zu tragen. Zu diesem Zwecke müssen die Flächen, an welchen die Übertragung von Kräften stattfindet und sich aus diesem Grunde die Anwendung von Luftzwischenräumen verbietet, durch Zwischenlagen aus besonders geeigneten Materialien isoliert werden. Solche Stoffe sollen große Dickenänderungen aushalten und dürfen auch in längeren Zeiträumen trotz der hohen Belastung von ihrer Elastizität nichts verlieren. Außerdem müssen sie gemäß obiger allgemeiner Regel spezifisch leicht sein und den Schall mit möglichst kleiner Geschwindigkeit weiter leiten. Diese Bedingungen werden erfüllt von Korkstein, Eisenfilz, Gewebepapplatten, Gummi und anderen, ferner auch von lose geschütteten Materialien, wie Korkmehl, Sand, Kies. Voraussetzung dabei ist aber, daß die Stoffe lufttrocken sind und es auch dauernd bleiben. Denn bei wasserhaltigen Aufschüttungen wirkt das Wasser selbst als wirksamer Schallträger¹⁾.

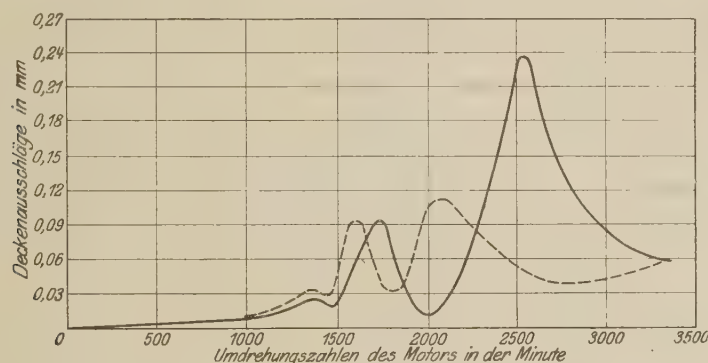
Die Wirksamkeit derartiger isolierender Unterlagen²⁾ wurde an einem in der Praxis häufiger vorkommenden Fall untersucht, nämlich bei den Schwingungen einer Decke, welche sich unter dem Einflusse eines darauf befestigten Motors ausbildeten. Dabei zeigte sich, daß die Deckenschwingungen (Fig. 7) mit Steigerung der Maschinendrehzahl (also der Stoßimpulse) zunehmen, dann abnehmen und wieder zunehmen, so daß bei der graphischen Darstellung fortwährend Berge und Täler abwechseln. Die bei den einzelnen Unterlagen auftretenden Ausschläge sind niedriger als die ohne die Unterlagen entstehenden. Aus Fig. 7 ist weiter zu ersehen, daß die kritischen Drehzahlen und damit die Höchstausschläge nach den niederen Drehzahlen sich verschieben. Muß z. B. die Maschine mit 2500 Umdrehungen laufen, so erweist sich die Unterlage

¹⁾ Bei Unterwassersignalen macht man von dieser Erscheinung absichtlich Gebrauch.

²⁾ R. Berger, über Erschütterungen. Gesundheits-Ingenieur 1913, Nr. 24, S. 433.

¹⁾ Plastische Stoffe sind daher die einzigen Materialien, welche Luft- und Bodenschall gleichzeitig dämpfen.

einer Gewebebauplatte als gut schalldämpfend. Die Verschiebung der Wellenberge bringt es aber mit sich, daß gerade das Umgekehrte der Fall wäre, wenn die Maschine z. B. mit 2000 Touren sich drehen müßte. Es kann daher über die Güte eines Materials in Laboratoriumsversuchen eine generelle Entscheidung nur insofern getroffen werden, als es sich um die Feststellung der Höhe des mittleren Bodenausschlags handelt, welcher wiederum dem Höchstausschlag proportional gesetzt werden darf. Das Auftreten der Wellenberge ist von örtlichen Verhältnissen abhängig und es muß von Fall zu Fall ein bestimmtes Material ausgewählt werden. Diese Entscheidung ist außerordentlich schwierig, da insbesondere der Technik noch ein transportables Instrument fehlt, welches die Schwingungen einer Decke in absolutem Maße aufzuzeichnen vermag. Jene Laboratoriumsversuche¹⁾ haben ferner noch das wichtige Ergebnis gezeigt,



— Motor ohne Zwischenlage an der Decke festgeschraubt.
- - - Motor mit Zwischenlage einer Gewebebauplatte.

Fig. 7. Schwingungen einer Decke unter dem Einfluß eines Motors.

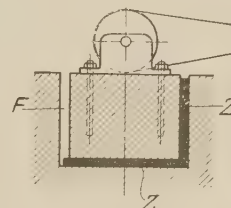


Fig. 8.

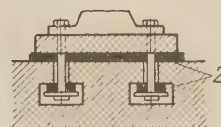


Fig. 9.

daß die Amplituden bei gleicher Stoßkraft mit zunehmendem Auflagerdruck der Maschine abnehmen. Es empfiehlt sich daher, zur Übertragung der Schwingungen des stoßenden Körpers für eine große Berührungsfläche desselben mit der die Schwingungen aufnehmenden Wand zu sorgen.

Bei der praktischen Durchführung der Bodenschallisierung erscheint es zweckmäßig, diese gleich am Schwingungsherd selbst vorzunehmen. Dieser Fall ist vor allem bei Maschinen gegeben. Nach dem Grundsatz, daß alle Teile isoliert sein müssen, wird man die ganze Maschine einschließlich Fundament (Fig. 8) unter Anwendung von Luftfugen (F) und, wo Kräfte zu übertragen sind, durch Einlegen von Zwischenlagen (Z) isolieren. Diese Art der Isolierung setzt voraus, daß unter dem Maschinenfundament reichlich Raum vorhanden ist, wie es bei allen auf dem Erdboden aufzustellenden Maschinen zutrifft. Die Isolierung hat jedoch ohne Luftfugen und

wenn darin die Erde tief aufgelockert wird. Gräben dürfen eventuell mit lockerem Kies u. a. aufgefüllt werden. Besondere Aufmerksamkeit kommt heute auch der Geräuschbelästigung durch Straßenbahnen, Untergrundbahnen zu. So wurde z. B. die Untergrundbahn in Berlin an vielen Stellen derart isoliert, daß die Tunnelanlage vom Unterbau durch Kiesschichten getrennt wurde. Die Mittelstützen der Decke waren durch die Tunnelsohle auf den Grund geführt, ohne jene zu berühren.

Auch für das Bauwesen ergeben sich aus den Forschungsergebnissen wohl zu beachtende Grundsätze. Homogene Bauweise unterstützt die Bodenschalleitung, ganz besonders dann, wenn hartes Material zur Anwendung kommt, weil es sehr hohe Schallgeschwindigkeit und hohes spezifisches Gewicht besitzt¹⁾. Am gefährlichsten sind in dieser Hinsicht Eisenbetonbauten.

Die Wände selbst (Tragmauern) können aus Festigkeitsgründen und wegen der hohen Pressun-

¹⁾ R. Ottenstein, Über den Schutz gegen Schall und Erschütterungen. Diss. München 1915 und Beiheft 1 zum Gesundheits-Ingenieur, Serie 2, 1916.

¹⁾ Es ist jedoch damit eine hohe Luftschalldämpfung verbunden, worauf die im I. Teil angeführten Gesetzmäßigkeiten hinweisen.

gen nicht auf elastische Unterlagen gestellt werden. Die Fortleitung des etwa durch Beklopfen entstandenen Bodenschalles kann daher in den Tragmauern nicht vermieden werden. Dagegen müssen die Decken gegen die Wände zu isoliert werden, indem die in der Wand liegenden Trägerköpfe mit Isoliermitteln (Eisenfilz) umkleidet und insbesondere Fußböden mit Belag aus Korklinoleum versehen werden, wodurch eine außerordentliche Dämpfung der Tritte bewirkt wird. Eine gute Lösung ist bei den amerikanischen Wolkenkratzern zur Ausführung gekommen. Diese sind nach der Art eines Stahlgerüsts gebaut und alle Wände und Decken in kleineren Stücken eingesetzt, so daß durch den oftmaligen Schichtwechsel eine erhebliche Beeinträchtigung der Schalleitung erzielt wird.

Betrachten wir noch näher, in welcher Weise uns Bodenschall bemerkbar wird, so müssen wir feststellen, daß die Schallenergie in festen Bauteilen an sich weniger stört, denn nur selten kommt unser Ohr in so innige Berührung mit den Wänden usw., daß eine direkte Schalleitung stattfinden könnte. Die Unannehmlichkeiten beginnen vielmehr erst, wenn der Schall von den festen Körpern an die Luft übergeht, sich also *sekundär* in Luftschall umwandelt. Dieser Luftschall ist im Gegensatz zu dem im ersten Teile behandelten wesentlich störender, weil die Energiemengen bedeutend größer sind. Die Vermittlung dieser Schallumsetzung ist besonders groß bei Wänden, welche starke Biegungsschwingungen ausführen können, also bei dünnen, sehr elastischen Wänden (z. B. Holzbelag). Moderne Spekulationsbauten mit Zimmerwänden aus Gipsdielen, Drahtputz sind in diesem Sinne vollkommen zu verurteilen, ebenso der harte Gips- oder Zementputz, demgegenüber sich der Lehmalkputz als gut erweist.

Wenn auch all diese im Laboratorium und in der Praxis gesammelten Erfahrungen des Schutzes gegen Schall und Erschütterungen die notwendigen Maßnahmen grundsätzlich festzulegen vermocht haben, so ist das Problem noch keineswegs gelöst, ja es scheint, als ob es verwickelter geworden wäre. Verwickelt besonders deshalb, weil einerseits in praktisch vorliegenden Fällen beide Arten der Schallübertragung zusammenwirken und gemeinsam bekämpft werden müssen, andererseits aber der Schutz gegen Luftschall Materialien erfordert, die zum großen Teile bei Bodenschall die entgegengesetzte Wirkung erzielen. Ein besonders charakteristisches Beispiel hierfür ist die Telephonzelle. Bei ihr sind folgende Gesichtspunkte zu beachten. Erstens darf die Schallenergie, da sie an der Ausbreitung gehindert wird, in der Zelle selbst sich nicht so anhäufen, daß die Erscheinung des Nachhalles das Sprechen erschwert. Zweitens soll der durch die Gespräche hervorgerufene Schall nicht hinaus- und der Außenlärm nicht hineindringen. Zu letzterem gehört auch, daß die Bodenschalleitung verhindert

wird. — Zur Hintanhaltung zu starken Nachhalles in der Zelle sind die Innenwände stark absorbierend auszugestalten, soweit die Ansprüche auf Sauberkeit und Staubfreiheit das Abgehen von glatten Oberflächen gestatten. Die Undurchlässigkeit für Luftschall wird vor allem durch vollkommene Luftdichtheit der Wände, der Türe und der Fenster erreicht. Letztere sind in ihrer Größe tunlichst zu beschränken und mit starkem Glas auszuführen. Die Konstruktion der Wände muß die Entstehung von Biegungsschwingungen wirksam verhindern. Endlich ist die Zelle durch Zwischenlagen aus Kork u. a. gegen Bodenschall ausreichend zu schützen. — In ganz ähnlicher Weise muß in den unzählig vielen Fällen des Schallschutzes verfahren werden.

In so verschiedenartiger Gestalt uns bei dieser praktischen Durchführung der Isolierung das Schallproblem auch begegnen mag, es läßt sich stets auf eine der zwei Erscheinungsformen zurückführen, nämlich auf den Schutz gegen Luftschall oder Bodenschall. Die Grundbedingung für den Schutz gegen Luftschall war in erster Linie die Luftundurchlässigkeit und geeignete Vorkehrungen, welche entweder die Entstehung von Biegungsschwingungen der schallschützenden Wände hintanhalten (totes Gewicht und Belag mit plastischen Stoffen) oder die Ausbreitung derselben verhindern (zusammengesetzte Wände).

Bei der Bodenschallisolierung war die vollkommene Trennung des schwingenden Körpers von den angrenzenden Massen erstes Erfordernis. Am besten geschieht dies durch Anordnung von Luftspalten. Wo diese Möglichkeit nicht besteht, tritt als Ersatz eine Trennschicht aus leichten, elastischen Stoffen oder aus lose geschüttetem Material. Nach wie vor ist aber daran festzuhalten, daß jeder Schall und jede Erschütterung am besten am Entstehungsherde selbst bekämpft werden soll, und hierzu gehört nicht in letzter Linie, daß der Wille der Menschen in gegenseitigem Interesse sich darauf richtet, jegliche Art der Geräuscherzeugung auf das notwendige Minimum zu beschränken.

Über die Ursache der Bildung von Schwefelkieslagern.

Von V. Rodt, Berlin-Lichterfelde.

Der Schwefelkies bildet einen der wichtigsten Rohstoffe der chemischen Großindustrie. Durch Abrösten wird aus ihm die Schwefelsäure — das direkte oder indirekte Ausgangsmaterial der meisten chemischen Produkte — gewonnen.

In der Natur findet er sich nicht nur in den bekannten isomorphen Formen des tesseral kristallisierenden Pyrites und des rhombischen Markasites, sondern kommt auch häufig in derben Stücken und Knollen vor, denen man die ver-

schiedensten Namen gegeben hat, wie Strahlkies, Leberkies, Wasserkies usw. Während man bis zum Jahre 1831 annahm, daß der Schwefelkies auf vulkanischem Wege, also im Schmelzfluß, entstanden sei, hielt der bekannte Chemiker und Geologe *Bischof* im genannten Jahre dieser Anschauung der Plutonisten zahlreiche Beobachtungen entgegen, die dieser Hypothese widersprachen. Er hatte sehr viele Fälle von an Pflanzen teilen anhaftenden Schwefelkiesbildungen beobachtet und hob bereits damals hervor, daß es sich in diesen Fällen hauptsächlich um die stark schwefelhaltigen Fucusarten handelte, an denen solche Anlagerungen zu beobachten waren, und daß oft in der Umgebung ein deutlicher Geruch nach Schwefelwasserstoff bemerkbar war. Dies und die Beobachtung schwarzen Schwefelkies enthaltender Niederschläge, die sich in von ihm zur Untersuchung in geschlossenen Gefäßen aufbewahrten Wasserproben gebildet hatten, brachten diesen scharfsinnigen Beobachter zu der Annahme, daß die Schwefelkieslager auf nassem Wege entstanden sein dürften.

Weitere hauptsächlich in neuester Zeit ausgeführte Forschungen haben diese Annahme weitgehend bekräftigt.

Es hatte zwar 1850 auch schon *Senarmont* durch Erhitzen von Eisensalzen mit Schwefelalkalien bei hohen Drucken und Temperaturen in zugeschmolzenen Röhren schwarze Niederschläge von der chemischen Zusammensetzung des Schwefelkieses und auch metallischglänzende Wandbeschläge an den Röhren erhalten, und kurz darauf *Berzelius* und *Brescius* widersprechende Angaben über sein Entstehen aus Eisenoxyd und Schwefelwasserstoff bei nicht weit über 100° C reichenden Temperaturen gemacht — diese Angaben fanden jedoch nicht die gebührende Beachtung und waren wohl auch auf die gewöhnlichen Verhältnisse im Boden nicht ohne weiteres übertragbar.

In neuerer Zeit wurde das Problem wieder ins Rollen gebracht; es erschienen von dem Jahre 1905 an in kurzer Folge die für diesen Gegenstand grundlegenden Forschungsergebnisse von *Gedel* (1905), *Feld* (1911) und *Allen* (1912); und auch ich beschäftigte mich damit eingehend. Die Arbeiten von *Gedel* hatten für vorliegenden Fall freilich nur theoretisches Interesse, da er mit, in der Natur nicht vorkommenden, Schwefelalkalien oder mit Salzsäuredämpfen arbeitet. *Allen* wendete zwar Eisensalze und Schwefelwasserstoff an, ließ diese bei sehr hohen Drucken und Temperaturen in Bombenrohren aufeinander zur Einwirkung kommen und erhielt auf diese Art je nach den gewählten Versuchsbedingungen sogar kleine Kristalle von Pyrit als auch von Markasit, hatte dadurch jedoch Bedingungen zugrunde gelegt, wie sie sich nur in tiefen Erdschichten vorfinden können. *Feld* dagegen hat unter verschiedenen anderen Reaktionen, die er als Grund für die Bisulfidbildung annahm, auch

eine sehr einfache beobachtet. Kochte er gefälltes Einfachschwefeleisen mit Schwefelblumen im Wasser, so beobachtete er nach der chemischen Entfernung der überschüssigen Ausgangsstoffe einen schwarzen amorphen Körper, der sich als Eisenbisulfid — also seiner chemischen Natur nach als Schwefelkies — erwies.

Der Verfasser dieser Zeilen, dem es in erster Linie auf die Entstehung des Pyrites in der Natur ankam, zog nur die Stoffe in den Kreis seiner Betrachtungen, die in der Natur in so großer Menge vorkommen, daß sie zur Erklärung der Schwefelkieslager herangezogen werden können.

Wenn man die im Boden oft vorkommenden Stoffe, welche zur Bildung des Schwefelkieses führen könnten, ins Auge faßt, so müssen die hydratischen Eisenoxyde, als häufige Gemengteile vieler Böden und als Schwefel liefernder Stoff der Schwefelwasserstoff in den Vordergrund treten, welcher letzterer sich ja schon durch den Geruch in vielen Moorböden und in fauligem Humus, infolge der dort vor sich gehenden Fäulnisprozesse, bemerkbar macht.

Bei meinen eigenen Untersuchungen ergab sich nun, daß diese beiden Stoffe, d. h. Eisenoxydhydrate und Schwefelwasserstoff, ganz besonders als Ausgangsmaterialien für die Bildung von Schwefelkies geeignet sind.

Bei der Einwirkung des Schwefelwasserstoffes auf das Eisenoxydhydrat in feuchtem Zustand bildet sich sofort ein schwarzes Schwefeleisenprodukt, das zwar noch nicht Schwefelkies ist, das aber bei gewöhnlicher Temperatur im Verlauf von mehreren Tagen sich durch Umlagerung seiner Komponenten — Eisen und Schwefel — in Schwefelkies verwandelt. Freilich ist für diese Umlagerung Bedingung, daß die Luft während dieser Zeit nicht einwirkt und daß auch keine basischen Stoffe den Vorgang stören.

Tritt dagegen der Fall ein, daß Luft auf den zuerst aus Eisenoxydhydrat und Schwefelwasserstoff gebildeten Körper zur Einwirkung kommt, so verwandelt er sich nicht in Schwefelkies, sondern zerfällt sofort wieder in freien Schwefel und eisenockerartige Eisenverbindungen. — Auf die letztere Art kann es also zur Anreicherung von freiem Schwefel im Boden kommen, obwohl freier Schwefel bekannterweise auch durch gewisse Schwefelalgen (*Baggiatoen*) in Moorboden erzeugt wird. Nachdem *Feld*, wie oben erwähnt, schon gezeigt hatte, daß beim Kochen von freiem Schwefel mit Einfachschwefeleisen, in einer wässrigen Aufschwemmung beider, leicht Schwefelkies gebildet wird, fand ich bei weiteren Versuchen, daß sogar bei gewöhnlicher Temperatur bei Einwirkung der beiden Körper in Wasser aufeinander, sofern die Luft ausgeschlossen ist, im Laufe von mehreren Tagen in reichlicher Menge Schwefelkies entsteht. Wenn also freier Schwefel im Boden enthalten ist, so bedarf es nur einer nachträglichen Einwirkung von im Boden entstehendem Schwefelwasserstoff auf kohlen-saures Eisenoxydul füh-

rendes Wasser, um auch die zweite Komponente für die Schwefelkiesbildung nach *Feld* — das Einfachschwefeleisen — entstehen zu lassen. Durch Anlagerung dieser beiden Komponenten — freien Schwefel und Einfachschwefeleisen — aneinander ist eine zweite Bildungsweise gegeben, nach der wir den Schwefelkies ebenfalls, sozusagen vor unseren Augen, in der Natur entstehen sehen. Eines muß dabei aber hervorgehoben werden. — Der auf diese beiden besprochenen Arten — also durch Umlagerung aus Eisenoxydhydrat und Schwefelwasserstoff oder durch Anlagerung von Schwefel an Einfachschwefeleisen — entstandene Schwefelkies stellt nicht die uns gewöhnlich vorschwebenden glänzenden Kristalle des bekannten Minerals vor, sondern ist ein äußerst feines, schwarzes, sehr schweres Pulver. Tatsächlich findet sich aber auch der Schwefelkies gerade in dieser Form im Boden und insbesondere in Moorböden *meist* vor.

Wenn wir aber berücksichtigen, daß die meisten chemischen Verbindungen bei ihrer schnell-erfolgenden Bildung nicht in der Kristallform, sondern amorph oder in derben Stücken entstehen, und daß es ferner *Allen* bei Innehaltung hoher Drucke und Temperaturen bei Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf Eisenoxydhydrate, ja sogar direkt auf verschiedene Eisensalze gelungen ist, kleine aber deutliche Kristalle von Schwefelkies darzustellen, so kann uns die Entstehung der Pyritlager auf nassem Wege auf Grund all dieser Beobachtungen wohl verständlich werden.

Versucht man es, sich auf Grund dieser Laboratoriumsbefunde unter Zuhilfenahme der Phantasie ein Bild von den Naturereignissen längstvergangener Tage, die zu der Entstehung der Pyritlager führten, zu machen, so kann man sich vorstellen, daß auf in der Tiefe viel Lemonit, Goethit oder Raseneisenerz enthaltenden Erdschichten eine reichhaltige vorweltliche Sumpflora sich entfaltete, deren zahlreiche besonders bei Gegenwart von Seewasser auftretende Vertreter — wie die *Fucus*-arten — viel Schwefel enthalten, und daß vielleicht darauf auch reichlich animalisches Leben mit seinen Schwefel liefernden Eiweißverbindungen lebte, oder auch, daß an Sulfaten reiches Seewasser Zugang fand. — Nun trat eine der vielen vorweltlichen Katastrophen ein, es fanden Verschüttungen und Verwerfungen statt; die organischen und animalischen Stoffe kamen in die eisenreichen Schichten, kamen in Tiefen, in denen durch das überlagernde Erdreich hohe Drucke und Temperaturen herrschten. — Die bereits vorher eingetretene Fäulnis schritt hier weiter fort, oder setzte hier erst ein, und lieferte durch lange Zeiträume hindurch große Mengen unter hohem Druck stehenden Schwefelwasserstoffgases. —

Das Eisen der Eisenerze wandelte sich in die beständigste Schwefeleisenverbindung — den Schwefelkies — um, und zwar unter Verhältnissen,

welche die kristallinische Form begünstigen. Die organischen Reste wurden im Laufe der langen Zeiträume immer mehr aufgezehrt. So sehen wir je nach den gegebenen Verhältnissen entweder Pyritfelder oder mit Pyrit durchsetzte Kohlenflöze entstehen.

Tatsächlich findet man auch in den derben Knollen, wie solche besonders der Markasit und der sog. Wasserkies oft bildet, reichlich noch organische Substanzen eingeschlossen, welche sich beim Behandeln mit alkalischen Laugen sehr deutlich bemerkbar machen.

So arbeiten in diesem Fall in der Werkstatt der rastlos schaffenden Natur gleichzeitig die verschiedenen organischen, anorganischen und bakteriologischen Prozesse zusammen, um die Menschheit mit einem technisch so wichtigen Stoffe, wie es der Schwefelkies ist, in reichstem Maße zu beschenken.

Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode¹⁾.

Von Prof. Dr. G. Karsten, Halle a. S.

Bezeichnet man die im Teilungszustande befindlichen Zellen als embryonal, so kennt man für sie seit längerer Zeit die Tatsache, daß die Fortpflanzungszellen von Meeres- und Süßwasseralgen ihre durch Teilungen entstandenen beweglichen Tochterzellen zu bestimmten Stunden des Tages oder meist der Nacht, jedenfalls nicht lange nach erfolgter Teilung, entlassen, daß auch vegetative Zellteilungen von *Spirogyra* an die Nacht gebunden sind. Andererseits war bekannt, daß embryonales Gewebe höher organisierter Gewächse sich zum Teil wenigstens anders zu verhalten schien, denn es sind zu jeder Tagesstunde Zellteilungen, die an den Kernteilungsfiguren leicht kenntlich sind, in normalen Wurzelvegetationspunkten zu finden und auch Pollenfächer und Embryosack-Mutterzellen scheinen hinsichtlich der Zeit ihrer Teilungen nur inneren, nicht äußeren Faktoren unterworfen zu sein. Sproßvegetationspunkte zeigten derartig in steter Teilung befindliches Gewebe anscheinend minder regelmäßig, konnten jedenfalls nicht mit derselben Sicherheit zur Demonstration von Kernteilungsfiguren benutzt werden.

Ob nun wirklich keinerlei äußere Einflüsse auf die Zell- und Kernteilungen am Vegetationspunkte Einfluß ausüben, war daher nur an den Sproßvegetationspunkten zu entscheiden, die normal am Lichte entwickelt, offenbar anderen Faktoren gegenüberstehen als in der Erde geborgene Wurzeln.

Sorgfältig im Thermostaten bei konstanter Temperatur und hinreichender Feuchtigkeit erzogene und normal mit elektrischem Licht (Bogenlampe 500 Kerzen in 1 m Entfernung) von 6 Uhr

¹⁾ cf. Zeitschr. f. Botanik, VII, 1915, 1.

früh bis 6 Uhr abends beleuchtete Keimpflanzen von Zea Mais ließen erkennen, daß bei Auszählung der zu den verschiedenen Tageszeiten im ganzen Sproßvegetationspunkt vorkommenden Kernteilungen in ihren verschiedenen Phasen in der Nacht eine Steigerung der Zahlen einsetzt, die von 12 Uhr beginnend, um 4 Uhr ihr Maximum erreicht, dann wieder gegen die in geringerem Grade schwankenden Tageswerte abfällt. Genau dasselbe Resultat ergab sich merkwürdigerweise aber auch bei Zea-keimlingen derselben Rasse, die vom Einquellen der Samen ab in völliger Dunkelheit gehalten waren. Dieser Versuch ward mit einer großen Zahl von Individuen wiederholt und das Beobachtungsmaterial stündlich, statt sonst zweistündlich, fixiert; es ergab jedesmal wieder um 4 Uhr nachts ein langsam während der vorhergehenden Nachtstunden angewachsenes Maximum. Da sich dieselbe Erscheinung auch bei ebenso in völliger Dunkelheit im Thermostaten erzogenen Pisum sativum-Keim sprossen feststellen ließ, mit dem einzigen Unterschiede, daß das nächtliche Maximum des embryonalen Wachstums bereits zwischen 1 und 2 Uhr erreicht ward, so dürfte daraus zu schließen sein, daß eine bei verschiedenen Pflanzenarten verschieden liegende nächtliche Steigerung des embryonalen Wachstums deutlich erkennbar ist, und, daß sie als vererbte Eigenschaft den Samen mitgegeben wird, also auch ohne äußere Beeinflussung stets in Erscheinung treten muß. *Das embryonale Wachstum der Sprosse verläuft also periodisch, des Nachts ansteigend, tagsüber vermindert, und diese Wachstumsperiode ist vererbbar.*

Es tritt nun aber die Frage auf: Läßt sich diese Wachstumsteigerung durch äußere Faktoren beeinflussen, und welcher von ihnen ist dabei der entscheidende? Bei dem vorher festgestellten abweichenden Verhalten der Wurzeln, die unter konstanten Verhältnissen, unabhängig von den Tageszeiten, stets gleichmäßig viel embryonale Zellen zeigen, konnte nur das Licht der in Betracht zu ziehende äußere Einfluß sein.

Daher wurden die Versuche in der Weise verändert, daß einmal die Tagesperiode umgekehrt ward durch nächtliche Beleuchtung und Tagesverdunkelung, andererseits jegliche Tagesperiode durch ständige Belichtung ausgeschaltet wurde, wie es vorher durch ständige Verdunkelung geschehen war.

Der erstere Versuch — 6 Uhr morgens bis 6 Uhr abends verdunkelt, in der Nacht 6 bis 6 beleuchtet — wieder unter sonst gleichen Bedingungen mit Keimlingen derselben Zeasorte ausgeführt, ergab völlig normal aussehende Pflanzen, die lebhaft grün gefärbt und in der gleichen Zeit von etwa 15 Tagen zur Untersuchung geeignet waren. Die Beobachtung und Auszählung der alle zwei Stunden durchlaufend fixierten Pflanzen zeigten ein doppeltes Resultat. Einmal gab sich die direkte Beeinflussung durch die Belichtung zu erkennen, so daß der größere Teil

der Teilungen in die verdunkelten Tagesstunden entfällt mit einem erheblichen Maximum zum Schluß der Verdunkelungszeit abends 6 Uhr, — nachdem also die Pflanzen Zeit gehabt, sich auf den Einfluß der Dunkelheit einzustellen. Der nicht ganz so große Rest der Pflanzen dagegen hatte an der vererbten Nachtperiode festgehalten, war jedoch immer noch so weit durch die während der Nacht durchgeführte Belichtung behindert worden, daß das ebenfalls scharf hervortretende Maximum zwei Stunden später als unter sonstigen Verhältnissen eintrat, also 6 Uhr früh — statt sonst bereits 4 Uhr —. So ergibt dieser Versuch bei weit schärferem Hervortreten der Maxima gleichzeitig die beiden auf die Tagesperiodizität des embryonalen Wachstums Einfluß besitzenden Faktoren: den direkten hemmenden Einfluß des Lichtes in der zur Anwendung gelangten Stärke und den indirekt auf Festhaltung der Nachtzeit zielenden Einfluß der vererbten Periodizität.

Der zweite Versuch bei ständiger Beleuchtung durchgeführt, ergab eine Beeinträchtigung des Wachstums der Pflanzen, wie es ja nach dem bekannten retardierenden Einfluß des Lichtes auf das Streckungswachstum zu erwarten war. So blieben diese Pflanzen etwas länger in Kultur — etwa 19 Tage —, um in ähnlicher Größe zur Untersuchung zu gelangen, wie die bisher zur Verwendung gelangten Keimlinge. Die Beobachtung zeigte, daß jetzt wiederum nur das nächtliche Maximum erhalten geblieben war, aber ohne das allmähliche Ansteigen der Periode und wiederum auf 6 Uhr früh verschoben. Gleichzeitig war das durch Umkehrung der Periode hervorgerufene schärfere Hervortreten des Maximum nicht wahrnehmbar, die Kurve verlief etwa ebenso wie bei normaler Tagesbeleuchtung, von der zeitlichen Verschiebung des Maximum abgesehen.

Fassen wir die Resultate kurz zusammen, so ergibt sich: Das durch stetige Kern- und Zellteilungen gekennzeichnete embryonale Gewebe wächst an den Wurzelvegetationspunkten stetig im wesentlichen nur von Temperatur und Feuchtigkeit abhängig, unter konstanten Bedingungen also völlig gleichmäßig. Das Wachstum der Sproßvegetationspunkte dagegen erweist sich als periodisch; das embryonale Wachstum der untersuchten Sprosse ist in der Nacht durchweg stärker als am Tage. Und zwar ist der Einfluß des Lichtes, das bis zum Vegetationspunkt durchdringt, der hemmende Faktor, wie durch Verlegung der Belichtung auf die Nachtzeit erwiesen wird. Diese Periodizität des embryonalen Sproßwachstums ist außerdem durch den Samen vererbbar, so daß an völlig im Dunkeln erwachsenen Keimpflanzen trotzdem die gleiche Periode unabhängig von direkten äußeren Einflüssen beobachtet werden kann, die ebenso bei dauernder Belichtung hervortritt, also unter ebenfalls die ganze Versuchsdauer hindurch gleichbleibenden Bedingungen.

Bei den der Fortpflanzung dienenden Organen

wie Staubblätter und Samenanlagen ist entweder ihre Lage dem Lichte völlig entzogen, oder aber die Teilungszeit von inneren Verhältnissen bestimmt, so daß nach bisherigen Erfahrungen eine Tagesperiodizität hier nicht zur Beobachtung gelangen dürfte.

Besprechungen.

Frech, Fritz, Geologie Kleinasiens im Bereich der Bagdadbahn. Ergebnisse eigener Reisen, vergleichender Studien und paläontologischer Untersuchungen. Sonderabdr. aus Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 68. VII, 322 S., 20 paläontol. Tafeln, 3 geologische Karten, eine Profiltafel und 5 Textbilder. Stuttgart, F. Enke, 1916. Preis M. 20,20.

Reisen und Forschungen im Araxesgebiet Hocharmeniens zwischen Djulfa und Eriwan 1897, im nördlichen Anatolien zwischen Troas, Heraklea und Kerasunt 1908 und vor allem entlang der Strecke der Bagdadbahn im Tauros von Konia bis zum Euphrat 1911 gaben die Veranlassung zu dem vorliegenden Buch, in dem der geologische Bau Kleinasiens nicht nur im Bereich der Bagdadbahn, sondern weit darüber hinaus zusammenfassend dargestellt wird. Die tiefgehende Kenntnis der stratigraphischen, tektonischen und geomorphologischen Verhältnisse Anatoliens, die sich der Verfasser auf seinen eigenen Reisen und durch gründliche Literaturstudien erworben hat, kommen in seinem Werk allenthalben zum Ausdruck. Mit Recht sind die Resultate der geologischen Begehung des Profils der Bagdadbahn und der paläontologischen Bearbeitung des bei dieser Gelegenheit aufgesammelten reichen Fossilmaterials von jenen der vergleichenden, zum großen Teil auf einer Kombination persönlicher und fremder Erfahrungen gegründeten Studien streng getrennt gehalten worden. Liegt doch in den Einzelbeschreibungen die Grundlage für die aus den Lokalbeobachtungen abgeleiteten Schlußfolgerungen von allgemeiner Bedeutung. Sie enthalten eine Fülle von wertvollen positiven Ergebnissen, wie den Nachweis der Lückenhaftigkeit der Sedimente im Hohen Tauros, die Entdeckung des tiefsten Unterkarbon bei Yerköprü, von Emscher im Kurdengebirge u. a.

Gleichwohl wird der den Gebirgsbau Kleinasiens in seinen großen Zügen behandelnde zweite Abschnitt das Interesse des Lesers naturgemäß in höherem Grade fesseln. Die großen Leitlinien des Tauros werden hier übersichtlich gezeichnet, ein bisher wenig bekanntes Gebirge, das den Alpen an Ausdehnung, wenn auch nicht an Gipfelhöhe vergleichbar ist, wird damit zum ersten Mal unserem Verständnis näher gebracht. Die kritische Fähigkeit des Verfassers, das Wesentliche vom Unwesentlichen, das Charakteristische vom Äußerlichen zu scheiden, kommt hier voll zur Geltung. Man hat es in diesem Abschnitt keineswegs mit einer bloßen Kompilation — auch nicht im besten Sinne des Wortes — zu tun, sondern mit einer originellen Leistung eigener geistiger Arbeit. Aus der Fülle des Inhalts kann an dieser Stelle nur einiges hervorgehoben werden.

Der Tauros ist im Bereich der Bagdadbahn durchaus einseitig gebaut. Er lehnt sich im Norden an die zentrale Lykaonische Hochfläche mit ihren Salzsteppen und anbaufähigen Ebenen, aus denen sich die jungen lykaonischen Riesenvulkane (Argäos, 3850 m) erheben. Die eigentliche Zentralzone des Gebirges bildet der Kappadokische Tauros (Bulghar dagh, 3600 m). Er

besteht aus silurischen Schiefern und Eruptivgesteinen, Kohlenkalk und eoänen Nummulitenkalken, und weist Anzeichen kräftiger Gebirgsfaltung auf. Die Senke der Kilikischen Tore (Kebirgraben), erfüllt von braunkohlenführenden Mulden des Oligozän und diluvialen Schottermassen, trennt den Kappadokischen vom Kilikischen Tauros. In der Zone des letzteren folgt über einer Basis von Oberdevon und fossilreichem Unterkarbon eine mächtige Masse von Kreidekalken der Turon- und Senonstufe. Den Abschluß nach oben bilden eoäne Schiefer mit intrusiven Hypersthen-Plagioklas-Gesteinen. Ihre ruhige, wenig gestörte Lagerung kontrastiert auffallend mit den steil aufgerichteten Sätteln und Mulden der Kappadokischen Zone. Am südlichen Abhang des Kilikischen Tauros steigen Meeresablagerungen des Miozän bis zu einer Höhe von 2300 m an. Sie senken sich in flacher Neigung und ohne Anzeichen von Faltung zur Küstenebene hinab. Aus ihnen brechen in der Kilikischen Klippenzone einzelne Fragmente eines paläozoischen Grundgebirges auf. Paläozoischen Alters ist auch der Kern der nächstfolgenden, fünften Gebirgszone, des Amanos oder Giau-r-dagh, dessen höchste Erhebung, der Dül-dül-dagh (2300 m), eine nach Süden überkippte Falte des Grundgebirges über dessen Hüllschichten (Kalke der Oberkreide, Nummulitenkalk, eoäne Eruptiva) zeigt. Auch die in den kilikischen Abhang des Amanos buchtförmig eingreifenden miozänen Meeresbildungen haben noch an der Aufrichtung des Gebirges teilgenommen. Ein von tertiären und quartären Vulkanruinen verklebter Graben, die Fortsetzung des nördlichen Ghab, scheidet den Amanos von der mit ihm parallel streichenden, äußersten Kette des Taurosystems, dem Kurdengebirge, dessen Faltung gegen Süden so allmählich ausklingt, daß die Grenze gegen das syrische Schollenland nur sehr unscharf ausgeprägt erscheint.

Die Hauptfaltung des Tauros fällt in das ältere Mesozoikum. Die jüngeren gebirgsbildenden Bewegungen im Känozoikum haben wohl zu starken Dislokationen der miozänen Sedimente und zu großen Einbrüchen, aber nicht zu Überschiebungen geführt. Die Abwesenheit solcher großer horizontaler Überschiebungen unterscheidet den Tauros von den europäischen Gebirgen des alpinen Typus ebenso auffallend als die Lückenhaftigkeit der Schichtenfolge. Sowohl in dem ostägäischen Gebirge des westlichen Anatolien als im westpontischen Gebirge Bithyniens und Paphlagoniens ist die Schichtenfolge eine viel vollständigere. Die für den Tauros maßgebende stratigraphische Lücke zwischen Unterkarbon und Oberkreide ist hier durch eine Reihe von Meeresbildungen (Fusulinenkalk und Korallenkalke des Permokarbon, Trias, Lias, Oxfordstufe, Unterkreide) überbrückt. Frech stellt daher den Tauros als ein asiatisches, durch besondere Züge des Baues und der Geschichte ausgezeichnetes Element den europäischen Gebirgen gegenüber. Im Widerspruch mit E. Suess leugnet er einen inneren Zusammenhang beider Systeme. Der Tauros und die Helleniden berühren sich nur ganz äußerlich im Westen von Kleinasien, ohne miteinander innerlich zu verschmelzen. Die Geschichte der Meere und ihrer Absätze, die Zeit und Tendenz der Gebirgsbildung, und selbst die Entwicklung des Vulkanismus ist im Bereich des Tauros und der Helleniden grundverschieden. Eine morphologische Übereinstimmung der Küstenstriche auf allen drei Seiten Anatoliens wird jedoch durch die jüngeren Einbrüche im Neogen und Quartär herbeigeführt, die die Tauriden und Helleniden gemeinsam betroffen und allenthalben zur Ablagerung ausgedehnter Sediment-

bildungen der Küstenflüsse Veranlassung gegeben haben.

Auch unter den asiatischen Gebirgen verhält sich der Tauros durch den Mangel an Überschiebungen und die Lückenhaftigkeit seiner Sedimentfolge eigenartig, doch zeigt er im Gesamtverlauf seiner Ketten und in der südlichen Tendenz der Faltungen die Zugehörigkeit zu Asien. Auch bestehen wichtige gemeinsame Züge zwischen dem Kilikischen Tauros und den Gebirgsketten des südlichen Iran, während die kappadokische Zone in den Araxesketten und den nordpersischen Gebirgen ihre natürliche Fortsetzung findet. Unter den vulkanischen Gebilden Kleinasiens sind die Intrusivgesteine (jungeoäne Hypersthenite und Gabbros) von weiter Verbreitung wohl zu trennen von den mitteltertiären Massenausbrüchen effusiver Andesite und Dazit.

Auch in dem Abschnitt „Paläontologie und vergleichende Stratigraphie des Tauros“ greift der Verfasser wiederholt über den Rahmen von Kleinasien hinaus. Schlaglichter werden auf die Verbreitung der devonischen und karbonischen Meere geworfen und vielfache Anregungen zu weiterer Forschung gegeben.

Eine besondere Hervorhebung verdient die geologische Übersichtskarte im Maßstab 1:4 000 000. Ein Vergleich derselben mit dem betreffenden Blatt der Internationalen Geologischen Karte von Europa bietet viel Lehrreiches, indem er einerseits die seither erzielten gewaltigen Fortschritte hervortreten läßt, andererseits die Lücken in unserer Kenntnis aufdeckt.

C. Diener, Wien.

Heim, Albert, Geologie der Schweiz. Mit etwa 40 Tafeln und 200 Textbildern. Gr. 8°. In ca. 10 Lief. a 6 M. Leipzig, C. H. Tauchnitz, 1916.

Seit dem Erscheinen von B. Studers gleichnamigem Werke sind 63 Jahre verflossen. Eine kaum zu übersehende Fülle neuer Tatsachen und Erkenntnisse haben sich seither angehäuft. Diese zu ordnen und kritisch darzustellen, war kein Besseres berufen, als der als Forscher und wissenschaftlicher Schriftsteller längst vorteilhaft bekannte Autor. Nachdem er 1909 sein vieljähriges und erfolgreiches Lehramt in Geologie niedergelegt, übernahm er die Riesenarbeit, von der die zwei ersten Lieferungen mit 196 Seiten, 8 Tafeln und 31 Textfiguren inkl. Kartenskizzen vorliegen. Die *Einleitung* umfaßt 10 Untertitel. Zunächst wird die *Geschichte der Geologie* besprochen, vor B. Studer (1794—1887) und Arn. Escher v. d. Linth (1807 bis 1872), die Tätigkeit dieser Forscher und ihrer Freunde, vor allem die Herausgabe der ersten größeren geologischen Karte 1:380 000, die Entwicklung der Glazialgeologie bis zu dem im gleichen Verlage erschienenen Werke „Die Alpen im Eiszeitalter“ von A. Penck und E. Brückner, 1909. Es folgt die Besprechung der Forschungen im Juragebirge, besonders seit *Thurmann's* epochemachendem „Essai sur les soulèvements jurassiques“ (1836), eine Übersicht der „Fossilfunde“, vor allem über Zweck und Ziele der 1860 innerhalb der Allgemeinen Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft gegründeten *Geologischen Kommission*, das Äquivalent ausländischer geologischer Landesanstalten, der sich später die Geotechnische Kommission angliederte. Die erstere erstrebte 1861—1887 die Kartierung des Landes auf Grund der Dufourkarte 1:100 000 mit 30 Quartbänden Text als „Beiträge“ oder „Matériaux“. Seit 1894 steht der Autor der reichlicher dotierten geologischen Landesaufnahme mit einem Sekretär und Adjunkten vor, und sind seit 1863 etwa 79 geologische Spezialkarten 1:25 000 und 1:50 000 mit

40 Textbänden („Beiträge N. Folge“) erschienen. Nimmt man dazu die zahlreichen Arbeiten, welche in den „*Eclogae*“ der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft seit 1874, den Abhandlungen der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft und vielen anderen Zeitschriften veröffentlicht worden sind, so ist die gewaltig angeschwollene Literatur in großen Zügen angedeutet. Interessant ist die historische und kritische Behandlung der topographischen Karten, Panoramen und Reliefs, für deren Erstellung der Verfasser selbst bahnbrechend und mustergültig gewirkt hat.

Auf die „Geschichte der Geologie“ folgt ein Überblick über die drei Hauptzonen des jungen, noch scharf die tektonischen Züge der Erdkruste tragenden Landes: Jura, Mittelland (Molasseland) und Alpen mit angenäherten Anteilen von 10, 30 und 60 % an der Gesamtfläche der Schweiz. Der Jura ist ein Seitenzweig der Alpen, das Mittelland heute eine tertiäre Geosynklinale, die Alpen ein junges Faltengebirge mit lehrreichen Überschiebungen und Gesteinsmetamorphosen. Von Nord nach Süd unterscheidet man: 1. Nördliche Kalkalpen, 2. vorherrschend kristalline Schiefer in autochthonen Zentralmassiven, Deckenmassiven und Wurzelregion, 3. östliche Kalkalpen, 4. südliche Kalkalpen (Dinariden) mit besonderer Molasse als Gebirgsfuß.

Der „erste Hauptteil“ des Werkes umfaßt die „Molasse und das Diluvium“, wovon die erstere S. 38 bis 196 mit folgenden Untertiteln abgeschlossen ist: Übersicht, Gesteine S. 43—94, Stratigraphie S. 95—128, Fossilien 129—162, Tektonik 163—196. Ein Vergleich mit Studers Geologie der Schweiz vom Jahre 1853 zeigt sofort das seitherige progressive Anschwellen des Stoffes, der Erkenntnisse, zugleich die vielen Schwierigkeiten der einheitlichen Interpretation der letzteren. Das zeigt sich in dem großen Aufwand an Mühe, welcher von Heim hierauf verwendet werden mußte. Die Nagelfluh oder das tertiäre Konglomerat des Rigi, die verschiedenen Sandsteine und Mergel weisen auf alpinen Abtrag und nördliche Aufschüttung zu einem Vorlande hin, welches nahe der Alpen 2—3000 m mächtig sein muß. Die Nagelfluh zeigt heute vier Verbreitungszentren („Deltas“): M. Pélerin am oberen Léman, Napf, Rigi-Roßberg, Linth-Rhein. Eine eingehende Diskussion beantwortet die Frage nach ihrer Herkunft dahin, daß die „subalpine tertiäre Nagelfluh aus den ursprünglich südlicheren Zonen der Alpen stammt“, speziell „aus den höheren Decken und deren Wurzelregionen“. Die Nagelfluh des Tafeljura besteht aus jurassischen Geröllen und Gesteinen der Vogesen und des Schwarzwaldes. Im Kettenjura sind alpine Materialien oft reichlich mit jurassischen gemischt bis vorherrschend. Ausführlich werden besondere Erscheinungen an Nagelfluhgeröllen besprochen: charakteristische, scharfrandige und tiefgrubige Eindrücke, Glättung und Streifung bis Zerreißung der Geschiebe. Eine große Schwierigkeit bietet die Stratigraphie der Molasse, weil Land- und Süßwasserabsätze nebeneinander vorkommen, nicht bloß transgressiv geschieden sind. Die Ablagerungen stellen einen Kampf von vordringenden Deltas und nördlich zurückweichendem Meer, von Sedimentation und Senkung dar. Die pontische Stufe fehlt. Von oben nach unten folgen sar-matische, vindobonische und burgundische Stufe, als Vertreter des Miocäns, dann Aquitanian und Stampian als Ablagerungen des oberen und unteren Oligocäns. Am Jurarande ist Tongrian aufgeschlossen worden. Im allgemeinen herrschen Süß-

wasser- und Landbildungen in der oberen und unteren, marine in der mittleren Molasse vor. Profile zahlreicher Gegenden vom Bodensee bis zum Genfer See, Kärtchen der Verbreitung der ehemaligen „Wasser“ und Beschreibung der Fossilfunde erläutern die neuen Auffassungen. Auf eine eingehende Rekonstruktion der ehemaligen Landschaften im Sinne der paläogeographischen Darstellung in Heers „Urwelt“ wird verzichtet. Man versteht es dagegen, wenn der Verfasser des „Mechanismus der Gebirgsbildung“ (1878) und der „Dislokationen der Erdrinde“ (1888) der *Tektonik der Molasse* 33 Seiten widmet, besonders der subalpinen Molasse. Die Dislokationen fallen in die nicht durch Sedimente vertretene pontische Zeit, während im Pliocän hauptsächlich ein Abtrag mit präglazialer Talbildung erfolgte. Die ganze Tektonik erscheint bei näherem Zusehen viel schwieriger, als man sich früher vorgestellt hat. Für Details muß auf das Original verwiesen werden. Auffallend ist die große durchgehende Steifigkeit und Geradlinigkeit des Streichens der Nagelfluhgebiete, in welchen durchgehend von NE bis SW eine nördliche Antiklinale auftritt, die gegen den Léman auf eine Flexur reduziert wird. Wenig nördlicher und nahezu parallel zu ihr verläuft die Südgrenze der flachen Molasse (Taf. V). Besonders auffallend ist die gebuchtete Südgrenze, indem hier die jüngsten, oberen Nagelfluhschichten lokal und früh stark erodiert worden sind, so daß dann die noch im Pliocän vorrückenden Decken stellenweise sich in diese Lücken und diskordant auf die Nagelfluh legen konnten wie die jüngsten Falten des Kettenjura in die südliche Austünnung des oberrheinischen Grabens. Diese Erscheinung kommt topographisch zum Ausdruck. Man darf annehmen, daß der eigentliche Südrand der Nagelfluh einwärts und unter den nördlichen Kalkalpen etwa bei Näfels (Glarus)—Bratenberg—Villeneuve zu suchen ist.

Der Autor verbreitet sich endlich über die flexurartige *alpine Randabsenkung*, darin bestehend, daß — vier Eiszeiten vorausgesetzt — der Alpenkörper sich in der zweiten Interglazialzeit als Ganzes so stark gesenkt hat, daß beiderseitig desselben die Molasse anstatt alpenwärts anzusteigen, sich flexurartig senkte. Dadurch ertranken bestehende Alpentäler streckenweise zu den *Randseen*. Diese vom Autor 1890 aufgestellte Erklärung der Genesis der Seen ist hier eingehender behandelt. Die Darstellung des Diluviums wird noch mehr bieten. Bis dahin muß gesagt werden, daß die sichtbare Struktur der Beweisführung nicht ganz einwandfrei ist.

Druck und Ausstattung der zwei Lieferungen erleichtern die Übersicht und das Verständnis. Den einzelnen Abschnitten ist die einschlägige Literatur beigegeben. Mancher Spezialist oder Lokalkenner wird da und dort etwas vermissen, das im Rahmen des Ganzen wegbleiben durfte. Wir freuen uns, daß die große und verdienstvolle, kritisch sichtende und beherrschende Arbeit von derselben Hand geboten wird, als ein Guß mit Hervortreten der Persönlichkeit, speziell in deren Stellung zu einzelnen Fragen. Und an solchen fehlt es nach den bisherigen Ausführungen nicht, liegt doch ein großer Vorzug zusammenfassender Darstellungen darin, daß sie neue Probleme aufdecken und damit die ganze Disziplin fördern. Hat das Studium des jungen Hochgebirges der Schweiz, über welches beste topographische und geologische Karten existieren, die Geologie jetzt schon durch Einsicht in die Gebirgsbildung, die Gesteinsumformung, den Facieswechsel, die Erosion und die Ver-

gletscherung wesentlich und universell bereichert, so wird die Lösung der vom Verfasser bereits S. 22 gestellten Hauptaufgaben die Kenntnis der Erdrinde und deren Oberfläche weiter fördern.

J. Fröh, Zürich.

Schaffer, Franz X., Grundzüge der allgemeinen Geologie. Wien und Leipzig, Franz Deuticke, 1916. VIII, 492 S., 1 Tafel und 480 Textabbildungen. Preis geb. M. 17,—.

Franz X. Schaffers „Grundzüge der allgemeinen Geologie“ sollen „für Studierende der Hochschulen und für jeden Freund der Naturwissenschaften eine Übersicht über den Stand der Forschung geben, mit ihren Arbeitsmethoden vertraut machen und anregen, selbst weiter zu beobachten und zu erkennen“. Das erste dieser Ziele verlangt zu seiner Erreichung eine sorgfältige Scheidung des Wesentlichen vom Unwesentlichen, die Darstellung des heutigen Standes der Forschung, eine klare, logische, von groben Irrtümern freie Sprache.

Der dargebotene Stoff genügt diesen Grundbedingungen nicht. Beispiel: Den Meteoriten sind 11 Seiten, ca. 7 Seiten Text und ca. 4 Seiten Abbildungen gewidmet, davon mehr als eine Seite den Abbildungen von Moldaviten, Billitoniten, Australiten und Queenstowniten. Diesen geologisch äußerst unbedeutenden Gebilden gegenüber erhält der die Erdkruste in der gewaltigsten und mannigfachsten Weise ändernde Vorgang der Faltung nur 18 Seiten, davon ca. 10 Seiten Abbildungen, meist schematisch, von z. T. zweifelhaftem Werte, s. Fig. 145, und ohne die doch für den „Freund der Naturwissenschaften“ sehr notwendige Hilfsskizze; was soll er ohne eine solche mit Fig. 164, Klippen auf Flysch schwimmend, oder Fig. 165, Luftsattel vor Zeleni Pasovi, oder gar 166, Schichtköpfe bei Opeina, anfangen? Wenn Verfasser hier S. 143 gegen die uferlose Deckentheorie eifert, hat er doch wohl die Pflicht, an einem Beispiel zu zeigen, wie ohne sie ein geologisches Profil, auf das sie Anwendung gefunden hat, erklärt wird!

Aber was der Leser des Buches wohl in erster Linie verlangen kann, ist die ja eigentlich selbstverständliche Forderung, daß die gebotenen Bilder dasjenige darstellen, was ihre Unterschrift besagt, und mit dem beigegebenen Text übereinstimmen.

Leider wird dieser Forderung mehrfach nicht genügt.

Fig. 8 auf S. 11 erscheint geradezu unverständlich, trotzdem E. Sueß, E. Wiechert und A. Wegener als Kronzeugen aufgerufen werden. Der Text gibt die üblichen Vorstellungen und Zahlen für den Bau des Erdinnern: Radius 6378.2 km, Erdkern oder Nife —, Sima 1500 km, davon Sal 100 km. Die Figur gibt 1. Erdkern, 2. Nife, 3. Sima, 4. Sal. 1. ist im Maßstabe der Figur ca. 3840 km, 2. ca. 1024 km, 3. ca. 1536 km. Die eingeschriebenen Zahlen sind: Radius 6400 km, 2500 km, 1500 km, 100 km, also mit dem Text ganz unvereinbar?! Leider ist das nicht der einzige Fall einer unerklärlichen Fahrlässigkeit. Fig. 91 gibt nach Neumayr ein Kärtchen der Phlegräischen Felder, aber verkleinert; der Maßstab hätte demnach auch geändert werden müssen, so lesen wir aber: Maßstab 1 : 150 000, während er etwa 1 : 180 000 ist. „Auch im Kleinsten getreu“ ist doch eine der Grundforderungen in der Forschung. Was soll man aber zu Fig. 333 sagen, wo ein paar Eisschollen, die das Fahrzeug im Hintergrund weit überragt, die also ca. 1½ m über den Wasserspiegel sich erheben und womöglich

in seichtestem Uferwasser auf dem Grund aufrufen, als arktische Eisberge bezeichnet sind. Jedes Kind weiß, daß im ganzen Eistjord keine Eisberge anzutreffen sind, es aber doch in der Arktis nicht an gewaltigen Eisbergen fehlt.

Will sich der Verfasser mit dem Leser einen Scherz erlauben? Noch toller ist es mit Fig. 108 bestellt. Text: „Eine gewaltige Decke“ (es ist Basalt gemeint) „hat einst einen großen Teil des Atlantischen Ozeans eingenommen und man erkennt ihre Reste in den Far Oer, Island, Grönland (Fig. 108) und Franz-Josef-Land.“

Also wir sollen Basalt auf Grönland zu sehen bekommen! Fig. 108 hat aber die Unterschrift: Basaltdecken in der Dickson-Bay, Spitzbergen (nach einer Aufnahme von O. Halladin, Stockholm). Die gebotene Abbildung ist allen Besuchern Spitzbergens 1910, unter Führung des Barons de Geer, wohl bekannt, nur heißt 1. der Photograph, der uns begleitete, Halldin; 2. liegt Spitzbergen nicht in Grönland und 3. ist die malerische Felswand nicht aus Basalt, sondern aus den Kieselkalken des Permokarbon gebildet, also überhaupt nicht eruptiver Entstehung, sondern eine der fossilreichsten Meeresbildungen, die wir kennen. Wie nötig wäre es also gewesen, sich bei jemandem, der es wußte, zu erkundigen, wo auf den Bildern sich die darzustellende geologische Erscheinung findet, und dem Leser durch Hillslinien oder Buchstaben ebenfalls die Auffindung zu ermöglichen; wie oben bereits angeraten! Noch manches wäre an den Bildern auszusetzen; der Raum erlaubt es nicht.

Den heutigen Stand der Forschung stellt es gewiß nicht dar, wenn wir z. B. in der Darstellung der Seismographie von den Apparaten von Galitzin, Wiechert und Mainka kein Wort erfahren; die Darstellung entspricht etwa dem Stand von 1888; welchen gewaltigen Fortschritt bedeuten aber gerade die oben genannten drei Apparate, von anderen zu schweigen!

Noch einige Bemerkungen über die Begleitworte der Bildersammlung. Überall starren uns gesperret gedruckte technische Fremdausdrücke entgegen. Der obengenannte Freund muß denken, daß die Geologie, diese nur auf Beobachtungen im Freien, auf Wanderungen durch Berg und Tal über die ganze Erde gestützte Wissenschaft, aus lauter ledernen Definitionen bestehe. Selbst vor Bildungen, wie *anek-kathäretische Erosion*, *entokinetische Lithoklasen*, wird der angehende Jünger der Geologie nicht bewahrt. Der Verfasser aber hat am Schlusse zwölf Spalten nötig, uns dieses pseudogriechische Kauderwelsch zu erklären, wobei ihm noch trotzdem viele Ausdrücke entgangen sind, z. B. ein „Pipernovulkan“; wo das Verzeichnis doch so geläufige Wörter erklärt, wie arid, fluvial, fossil, Eruption.

Nach diesem Befund wird es niemanden mehr wundern, daß auch die Darstellung nicht auf der Höhe unserer guten geologischen Lehrbücher steht. Ich beschränke mich auch hier auf einige Stichproben: S. 8. „Aus der Abnahme des Sekundenpendels vom Äquator gegen die Pole hin“ (das Gegenteil ist der Fall), „... ergab sich, daß die Erde ein sogenanntes Geoid ist“ (nein: es gibt nur ein „Geoid“, eben die wahre Erdgestalt: die Erde ist *das* Geoid; mit diesem Ausdruck ist gar nichts gewonnen, die Erde ist keiner Klasse von Körpern zugeteilt, wie es nach dem Texte scheint. Liest man diesen Absatz durch, so trifft man noch mehrfach auf Schiefe und Unklarheit des Ausdrucks, leider aber noch an vielen andern Stellen. Oft scheint das Bestreben, längere Darstellungen zu kürzen,

der Anlaß dazu. So bei der Erwähnung der Bildung des Monte Nuovo. Neumayr spricht in seinem ausführlichen, äußerst klar und anregend geschriebenen Bericht von einer Eruption von *Blöcken* und Asche. Wer einmal zu seinem Gipfel emporgeklommen ist nach Überklettern zahlreicher zackiger Blöcke, kann es nicht billigen, wenn Verf. ihn „durch eine Ascheneruption“ entstehen läßt, wozu dann das „wie aus Einem Gusse“ sehr schlecht paßt. — Beim Stromboli.... „Sitz des Aiolos, da seine Rauchsäule bis auf den heutigen Tag als Barometer dient. Wenn auch die moderne Wissenschaft diese Art der Wettervoraussage leugnen will“ — Fällt ihr gar nicht ein, höchstens könnte sie dieselbe für verfehlt halten. Man vergleiche auch hier die klare, anmutige Schilderung bei Neumayr. — Warum Ausdrücke wie *seculär* für *säcular*; *Syncline*; *Montaigne Pelée*; überaus; Haushalt der Erde; Azot! Atrio di Cavallo; Plinianische Eruption, Strombolianisch, vulkanianisch, (d. h. 2—3 Adjektivendigungen, wo doch die deutsche Sprache so reich an Ausdrucksmöglichkeiten ist); Mt. Tacoma in Washington state (für Mt. Tacoma im Staat Washington)? Warum Fuß, Meile? Warum die Karte von Montessus mit französischen Bezeichnungen deutscher Orte: Mayence, Francfort, Constance? Kurz, wo man hinschaut, stößt man auf Unzulängliches und fragt sich: welche Lücke füllt das Buch aus? Der alte Neumayr, Bd. 1 der Erdgeschichte, ist, soviel mir bekannt, noch billiger, enthält das Mehrfache an Stoff und in geschmackvoller Sprache. Sein Inhalt ist mit großer Gewissenhaftigkeit zusammengestellt. Dieses Buch kann ihn nicht ersetzen.

B. Weigand, Straßburg i. Elsaß.

Fritz, M., *Paläogeographische Erdkarten*. 8 Blätter in Farbendruck. Mit Textheft. Wien, A. Pichlers Wittve u. Sohn, 1916. Mit Leinwandrand und Ösen, jedes Blatt K 1,50, M. 1,30; Text K 1,—, M. 0,85.

Die Paläogeographie hat im vergangenen Jahrzehnte gewaltige Fortschritte gemacht, und wo man sich mit der Entwicklung der Erde und ihrer Lebewesen befaßt, da muß sie heute unbedingt Berücksichtigung finden. Die Grundlage aller paläogeographischen Kenntnis ist nun die Feststellung der früheren Verteilung von Land und Meer. Wohl sind schon Hunderte von Karten erschienen, die diese darzustellen suchen, aber sie wenden sich zumeist nur an einen kleinen Kreis fachwissenschaftlich gebildeter Leser, ohne der Allgemeinheit zugänglich zu sein. Da ist es mit Freude zu begrüßen, daß Dr. M. Fritz zunächst einmal acht Wandkarten entworfen hat, die die Umrisse der alten Festländer und Meere auch in den Schulen vor Augen zu führen gestatten, die überhaupt der Geologie einen Platz in ihrem Unterrichte anweisen. Sie lassen deutlich die Entwicklung der kontinentalen Elemente im Laufe der Zeiten erkennen, sie zeigen deutlich, daß der heutige Zustand ganz junger Entstehung ist. Selbstverständlich lehnen sich die Karten an die früher von anderer Seite, wie von Diener, Frech, Koken, Koßmat, Lapparent, Uhlig u. a. entworfenen Karten an, zeigen aber doch vielfach in Einzelheiten selbständige Züge. Hier kann nur kurz auf einige große Züge im Erdrelief hingewiesen werden. Im Oberkarbon sehen wir drei große Festländer, im Süden den gewaltigen Südkontinent von Patagonien und Brasilien über Afrika bis Vorderindien und Australien, die Nearktis vom Felsengebirge bis Finnland und zum Schwarzen Meer und die Paläarktis östlich des Ob. Alle drei Erdteile sind durch Meere

voneinander getrennt. In der Mitteltrias reicht die Nearktis nur bis Island und ist hier durch eine schmale Landbrücke mit der von hier bis zur Lena und bis Korea reichenden Paläarktis verbunden. Von Skandinavien führt über Großbritannien, Westfrankreich, westlich an Spanien vorbei eine Landbrücke zu dem wenig veränderten Südkontinente. Im Lias (unteren Jura) sind die drei Landmassen wieder voneinander geschieden. Großbritannien gehört wieder zur Nearktis und die Paläarktis umfaßt Skandinavien, Polen, Rußland und ganz Asien nördlich einer von Astrachan nach Kanton führenden Linie. Im Südkontinent schneidet eine lange schmale Bucht des mittelmeeischen Ozeanes Tethys von Beludschistan bis zur Straße von Mosambique tief ein. Schon im oberen Jura (Kelloway) ist hier die Trennung vollzogen. Der Südkontinent umfaßt nur noch das atlantische Südamerika, Afrika und Arabien. Im Osten ist ihm eine große indomadagassische Insel vorgelagert. Vollständig abgetrennt ist Australien, das auch Neuseeland mit umfaßt. Auch die Paläarktis ist bedeutend eingeschränkt. Sibirien östlich des Lena ist überflutet, Skandinavien durch ein russisches Meer abgetrennt. Auch Großbritannien ist vom Meere bedeckt. In der oberen Kreide ist im Süden auch Neuseeland überflutet, Südamerika von Afrika getrennt. Dafür sind Nearktis und Paläarktis zwischen Grönland und Skandinavien miteinander in Verbindung getreten. Ganz Mittel- und Westeuropa, Nordafrika, Vorderasien, Nordindien und Hinterindien sind aber vom Meere bedeckt. Im unteren Tertiär (Oligozän) stimmen die Süderdteile schon ziemlich mit den heutigen überein, doch umfaßt Afrika auch Arabien und reicht in einer Halbinsel über Madagaskar bis Indien. Skandinavien bildet mit Nordrußland eine große Insel. Ein größeres Festland reicht vom Jenissei über Ostsibirien, China, Nordamerika bis Mexiko und Grönland. Von ihm führt eine Halbinsel über Island und Großbritannien nach Frankreich, in Asien von Tibet aus über Iran nach Kleinasien und der Balkanhalbinsel bzw. über Kaukasus, Krim und Karpathen nach Deutschland. Das alte Mittelmeer ist auf schmale Straßen zusammengeschrunpft, dagegen sind Norddeutschland, Südrußland und Westsibirien vom Meere bedeckt. Die nächste Karte zeigt das Miozänmeer von Europa, in dem besonders das sarmatische Mittelmeer hervorzuheben ist. Das letzte Blatt endlich gilt der diluvialen Vergletscherung der nördlichen Halbkugel. Die Karten sind wissenschaftlich durchaus vollwertig, die Ausführung ist gut, die Farbenwahl und Beschriftung derart, daß auch aus größerer Entfernung alles Wesentliche deutlich zu erkennen ist. Der Text stellt zunächst allgemeine Grundsätze für paläogeographische Rekonstruktionen zusammen und gibt dann einen Überblick über die Entwicklung der Festländer und Meere seit dem Oberkarbon, in dem er der Reihe nach das Gondwanaland (Südkontinent), die Nearktis, die Paläarktis und die Tethys, das große Mittelmeer behandelt, die vier Hauptelemente im Erdrelief der Vorzeit, zu denen als am wenigsten bekanntes fünftes noch der Große Ozean kommt. Leider fehlen alle Literaturangaben. Eine kurze Übersicht der wichtigsten paläogeographischen Rekonstruktionen wäre sicher jedem Benutzer der Karten wertvoll, der sich weiter in die Paläogeographie vertiefen möchte. So wird aber nicht ein einziger Name der Geologen erwähnt, auf deren Arbeiten sich die Karten aufbauen.

Th. Arldt, Radeberg.

Kleine Mitteilungen.

Über die Zerstörung von verarbeitetem Holz durch Käfer und den Schutz dagegen berichtet Dr. Ing. Friedrich Moll in der *Naturwissenschaftl. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft* (14. Jahrg. 1916, Heft 10/11 S. 482—503). Im Vergleich zu den Zerstörungen, welche Borken-, Rüssel- und Bockkäfer am unverarbeiteten Holze vollführen, sind die von Käfern verursachten Schäden an verarbeitetem Holze von viel geringerer wirtschaftlicher Bedeutung. Im Bauholz, wo eigentlich nur einige Bockkäferarten, wie der *Hausbock* (*Hylotrupes bajulus* L.), Schaden anrichten, fallen sie praktisch überhaupt kaum einmal ins Gewicht; empfindlicher dagegen können sich die Schäden an wertvollen Möbeln oder Kunstgegenständen fühlbar machen. Dabei kommen bei uns hauptsächlich fünf Arten kleinerer Käfer in Betracht, welche vier der Familie der Anobien eingeordneten Gattungen angehören, nämlich die beiden Anobiumarten *An. striatum* L. und *An. pertinax* L., dann *Xestobium rufovillosum* DG, weiterhin *Ernobius mollis* L. und endlich *Ptilinus pectinicornis* L. Neben diesen fünf Hauptschädlingen an verarbeitetem Holze treten wohl hier und da noch einige andere ihnen nahestehende Formen, wie *Anobium carpini* L., *Ptilinus fuscus* (costatus) L., *Apate capucina* L., *Lyctus unipunctatus* L. und *Lymoxylus navale* L. in die Erscheinung, schwere Schäden verursachen die letztgenannten Käfer aber wohl niemals.

Die Lebensweise der Tiere weist viele Ähnlichkeiten auf: „Alle Käfer schwärmen im Frühjahr. Nach der Kopulation legen die Weibchen ihre Eier dicht bei dem alten Flugloch ab. Sowie die Larve ausgeschlüpft ist, gräbt sie sich in das Holz ein. *Ernobius mollis* bevorzugt die Borke, die anderen Arten gehen gleich in das Holz, besonders in das Splintholz“, wohl deshalb, weil der Gehalt des Splintes an Saft und Zellinhalt (Stärke, Proteinen usw.) sehr viel höher als der des Kernholzes ist und gerade diese Stoffe den Käfern vornehmlich als Nahrung dienen. „Die Larve braucht ungefähr ein Jahr, um sich voll zu entwickeln. Dann frißt sie sich mehr nach der Oberfläche des Holzes hin und fertigt ihre Puppenwiege. In dieser verbringt sie zwei bis drei Wochen, in welchen die Umwandlung in das fertige Insekt vor sich geht. Bei einigen Anobienarten, wie *An. pertinax* und *Hest. rufovillosum* kann das Puppenstadium viel länger, bis zu einem Jahr und darüber, dauern. Der Käfer frißt sich fast unmittelbar nach seinem Ausschlüpfen auf dem kürzesten Wege nach außen durch. Doch bleiben die Anobien während ihres kurzen Lebens ihrer Behausung treu und kehren von ihren Flügen immer wieder dahin zurück.“ Eine besondere Eigenart der Tiere, die ihnen manchen Beinamen, wie „Klopfkäfer“ oder die „Totenuhr“ eingetragen hat, ist der eigentümliche Lockton der Anobien, das Klopfen im Innern des Holzes. Doch wird dieses Klopfen nicht, wie man lange Zeit glaubte, von den Larven beim Nagen verursacht, sondern „der Käfer erzeugt es dadurch, daß er mit dem Kopfschild gegen die Wandung des Ganges schlägt“.

Wie weit verbreitet die „Klopfkäfer“ als Zerstörer wertvoller alter Möbelstücke, Holzschnitzereien oder Kunstgegenstände sind, geht schon daraus hervor, daß man „in alten Erbstücken die Fluglöcher der Käfer so regelmäßig findet, daß sie geradezu als Zeichen des Alters angesehen werden“. Es ist ja bekannt, daß die Verfertiger von „echten, alten“ Möbeln, Truhen, Altarfiguren usw. mit einem wohlgezielten Schrotschuß derartige „Fluglöcher“ vorzutäuschen suchen, um die

„Echtheit“ ihrer Waren zu erweisen. Besonders mit einem dicken Farbanstrich versehene Schnitzereien zeigen sich häufig als stark von Käfern heimgesucht. Verfasser erklärt das damit, daß „der Farbanstrich einmal die Tiere am Ausschlüpfen verhindert, dann aber auch gewissermaßen die Außenschicht des Holzes ersetzt und so den Käfern, welche ja immer eine dünne Schicht an der Außenseite verschonen, erlaubt, das Holz bis an die Farbschicht heran, d. h. also bis zu dem letzten Rest aufzuzehren“.

Wie ist es nun möglich, wertvolle Einrichtungen- und Kunstgegenstände gegen den Befall durch Klopfkäfer zu schützen? Man hat auf Grund der Beobachtung, daß bittere oder stark riechende Holzarten von Anobien nicht angegangen werden, geraten, Jarrah, Buchsbaum und ähnliche Hölzer hauptsächlich zur Verarbeitung heranzuziehen, dabei wurde aber nicht beachtet, daß die dabei in Betracht kommenden Holzarten entweder zu teuer oder so schwer zu bearbeiten sind, daß sie sich zur Herstellung von Einrichtungs- und Gebrauchsgegenständen nicht eignen. Des weiteren wurde der Tatsache zufolge, daß das im Sommer geschlagene Holz seines Saftreichtums wegen den Angriffen von Insekten mehr ausgesetzt ist als das im Winter geschlagene, der Vorschlag gemacht, künstlich eine Saftleere des Holzes durch „Rindenringelung“ herbeizuführen. Diese Methode besteht in dem „Wegnehmen eines ringförmigen Rindenstreifens vom lebenden Baum, um dadurch die weitere Zufuhr von Wasser und Stärke zur Krone des Baumes zu unterbinden, die im Stamm vorhandenen Vorräte an Wasser und Eiweißstoffen aufzubrauchen“. Diese Methode kann aber aus zwei Gründen nicht zum Ziel führen: einmal ist es auf diese Weise überhaupt nicht möglich, eine Saftleere des Baumes vor seiner Fällung bzw. Verarbeitung zu erreichen, da „der geringelte Baum schon stirbt, wenn ein Teil der Inhaltstoffe verloren gegangen ist“, und dann ist es bis heute durchaus noch nicht einwandfrei erwiesen, daß das von Saft- und Zellinhaltsstoffen freie Holz von den Anobien verschont bleibt. Im Gegenteil kann immer wieder festgestellt werden, daß auch das Kernholz trotz des Mangels an Pflanzenalbumin und freiem Wasser von den Klopfkäfern besiedelt wird. Um dem Befall von geschlagenem Holz im Walde vorzubeugen, ist es geraten, das Holz nicht zu lange in der Borke im Walde lagern zu lassen und dann auch möglichst dafür zu sorgen, daß eine Rindenrißbildung vermieden wird, da die Anobienweibchen ihre Eier stets in Rindenrisse legen. Durch Imprägnierung hat man ferner versucht, die Insekten abzuhalten. Dabei hat sich aber die bemerkenswerte Tatsache ergeben, daß selbst Imprägnierungen mit Quecksilbersublimat, Kupfervitriol, Zinkchlorid und Teeröl, welche nach Moll als die klassischen Imprägnierungsverfahren gelten, nicht imstande waren, Larven oder Käfer abzutöten: die Klopfkäfer erwiesen sich in den Versuchen der Vergiftung durch Nahrungsaufnahme als vollkommen giftfest. Weniger Widerstandskraft als gegen Magengifte zeigten die Tiere gegen Gifte, welche auf dem Wege der Atmungsorgane in ihren Organismus gelangen. Auf diese Erfahrung mußte sich denn auch eine wirksame Bekämpfungsmethode der Klopfkäfer vornehmlich stützen. Es liegt in dem Wesen dieser Bekämpfungsart begründet, daß die Ausrottungsmittel den Vorbeugungsmitteln an Sicherheit und Kraft der Wirkung bei weitem überlegen sind. Es gibt eine ganze Reihe von Ausrottungsmitteln, wie Erhitzen der von Anobien befallenen Stücke bis auf etwa 45° C und Imprägnieren mit Stoffen, welche

im Holz fest werden, wie Paraffin, das als willkommene Nebenwirkung besonders alten zerfressenen Holzwerken wieder eine gewisse Festigkeit verleiht. Beide Methoden werden in besonderen Fällen immer wieder anzuwenden sein, zum allgemeinen Gebrauch sind sie aber aus den verschiedensten Gründen nicht geeignet. Leichter anzuwenden ist schon eine Imprägnierung gefährdeter Stücke mit Wasserlösungen von Metallsalzen und Ölen, noch besser mit einer Reihe leicht flüchtiger Stoffe, wie Petroleum, Benzin, Alkohol. Am besten und für die allgemeine Anwendung am meisten zu empfehlen sind die Verfahren der Behandlung zerfressener Gegenstände mit Gasen: es werden dazu Schwefel, Formaldehyd, Blausäure und Tetrachlorkohlenstoff benützt. Die Wirkung der Blausäure, deren Anwendung in Amerika nach einem Bericht Prof. K. Escherichs schon seit Jahrzehnten weit verbreitet ist, ist am besten, ihrem Gebrauch steht nur ihre auch für den Menschen nicht ungefährliche Giftigkeit entgegen, die es immerhin unerwünscht erscheinen läßt, daß Unerfahrene mit dem Mittel arbeiten. Deshalb empfiehlt Dr. Moll für den Hausgebrauch zumeist Tetrachlorkohlenstoff, der meist mit Schwefelkohlenstoff vermischt als benzinähnliche Flüssigkeit in den Handel kommt. Jedenfalls haben wir in der Anwendung der Blausäure und des Tetrachlorkohlenstoffes die beiden Bekämpfungsmethoden gegen die Anobien zu erblicken, welche die meiste Aussicht auf Erfolg versprechen.

H. W. Fr.

Nährhefe als Nahrungsmittel. Von G. Fendler und P. Borinski. Mitteilung aus der chemischen Abteilung des Medizinalamtes der Stadt Berlin. Als „Nährhefe“ kommt entbitterte Brauereihefe und sogenannte Mineralhefe in den Handel. Beide sollen sowohl als Eiweißanreicherungsmittel für Viehfutter als auch für menschliche Ernährungszwecke dienen. Die von Fendler und Borinski ermittelte Zusammensetzung einer Bierhefe (Nährhefe) des Instituts für Gärungsgewerbe in Berlin war: 6,92 % Wasser, 50,75 % Stickstoffsubstanz, 3,01 % Fett, 8,50 % Mineralstoffe und 30,82 % Kohlehydrate. Sie weicht nicht allzu erheblich von den Angaben des genannten Institutes ab. Dagegen meinen sie, daß der angegebene Wärmewert der Brauereitrockenhefe von 4520 Kalorien insofern nicht zutreffend ist, indem offenbar die rohen Brennwerte ohne Berücksichtigung der Harnstoffkorrektur eingesetzt sind, während sich unter Zugrundelegung der Rubnerschen Standardzahlen aus der Analyse des Instituts (siehe dessen Flugblatt: Die Bedeutung der Nährhefe als Fleischersatz im Kriege) 3641 und aus vorstehender Analyse 3624 Kalorien berechnen. Nach derselben besteht also Brauereitrockenhefe aus rund 50 % Stickstoffsubstanz (Roheiweiß), so daß 1 kg Trockenhefe etwa den gleichen Gehalt an Stickstoffsubstanz besitzt, wie 2,5 kg mittelfettes Rindfleisch. Völtz und Baudrexel haben eine 86-prozentige Verwertung der Brauereitrockenhefe durch den menschlichen Organismus festgestellt. Sie ist befriedigend, bleibt aber hinter jener des Fleisches zurück. Unter Berücksichtigung dieser Ausnutzbarkeit kann man den Eiweißwert von 1 kg Brauereitrockenhefe ungefähr demjenigen von 2,3 kg mittelfettem Rindfleisch gleichsetzen. Fendler und Borinski haben fünf Mineralhefen untersucht und folgende Mittelzahlen gefunden: Wasser 8,25 %, Mineralstoffe 15,02 %, Stickstoffsubstanz 46,77 %, Fett 4,85 %, Kohlehydrate 25,10 %. Die Mineralhefe unterscheidet sich in der chemischen

Zusammensetzung von der Brauereitrockenhefe durch einen wesentlich höheren Gehalt an Mineralstoffen, durch einen etwas geringeren Gehalt an Stickstoffsubstantz und durch weniger Kohlehydrate. Nach Völitz wird die Stickstoffsubstantz der Mineralhefe zu 85 %, jene der Brauereihefe zu 87 % vom Hunde ausgenützt. Es dürfte hiernach ein wesentlicher Unterschied in der Ausnutzbarkeit nach dieser Richtung auch beim Menschen nicht bestehen. Man kann somit nach Fendler und Borinski in der Hefe ein vollkommenes, verhältnismäßig billiges Mittel erblicken, welches bei Massenspeisung der Gefahr einer Verarmung der Kost an Eiweiß steuert, vorausgesetzt, daß der Hefezusatz keinen ungünstigen Einfluß auf den Geschmack der Speisen bewirkt und daß die Hefe auf die Dauer vertragen wird.

Das Medizinalamt in Berlin hat durch die dortige Schulkinder-Mittagsspeisung Erfahrungen über die Eignung von Trockenhefe für Massenspeisungen gesammelt. Die verwendete Brauereitrockenhefe machte sich mehrmals durch einen mehr oder weniger bitteren Geschmack in den Speisen bemerkbar. Die darauffolgenden Versuche mit Mineralhefe sind zufriedenstellend ausgefallen, indem die Gerichte nach dem einstimmigen Urteil der Kinder und der beteiligten Erwachsenen von gutem Geschmack waren und gern genommen wurden. Die letzte Versuchsperiode dauerte 57 Tage und die hierbei von jedem Kinde verzehrte Hefenmenge betrug 541 g, d. s. 9,5 g pro Kopf und Tag. Die Mineralhefe eignet sich deshalb für Massenspeisungen. (Deutsche Medizinische Wochenschrift, 42. Jahrg., Nr. 22.) W.

Der Erreger der Maul- und Klauenseuche. Prof. Dr. Heinrich Stauffacher (Frauenfeld, Schweiz) hatte anlässlich einer schweren Maul- und Klauenseuchenepidemie im schweizerischen Kanton Thurgau im Herbst des Jahres 1913 Gelegenheit, ausgedehnte Untersuchungen zur Konstatierung des Erregers dieser gefährdeten Seuche anzustellen. Er berichtet über seine Befunde in einer „Der Erreger der Maul- und Klauenseuche“ betitelten Abhandlung (Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1915). Anfänglich versuchte Stauffacher gleich den Forschern, die vor ihm auf diesem Gebiet gearbeitet hatten, durch Bakterienreinkulturen und Überimpfung derselben auf ein Schaf den Erreger zu isolieren. Dieser Versuch schlug trotz oftmaliger Wiederholung immer wieder fehl. Nun kann man daraus, daß es nicht gelang, das Virus der Maul- und Klauenseuche nach Art der Bakterien zu kultivieren, nicht unbedingt den Schluß ziehen, daß der Erreger der Aphthenseuche kein Bazillus sei, immerhin aber hatte Stauffacher bei einer angestrengten mikroskopischen Durchsicht zahlreicher Präparate aus infizierten Geweben den Eindruck gewonnen, daß es sich bei dem Erreger der Maul- und Klauenseuche eher um ein Protozoon, denn um ein Bakterium handele. Im ganzen wurden etwa 20 000 Schnittserien vom Gewebe von 26 kranken Tieren untersucht, und zwar wurden dabei Zunge, Flotzmaul, Klauen, Backendrüsen, Herz, Milz und Blut berücksichtigt. Das von der Aphthenseuche befallene Gewebe zeichnet sich sogleich „durch eine Änderung seiner Affinität zu Farbstoffen“ aus, die sich besonders darin zeigt, daß „basische Farbstoffe nicht mehr aufgenommen werden“. Dieser Ausfall an Färbung tritt durchaus nicht plötzlich auf, sondern er vergrößert sich ganz allmählich, je näher der In-

fektionsherd heranrückt. Da nun die sauren Nucleoproteide, die vornehmlich Affinität zu basischen Farbstoffen besitzen, hauptsächlich im Kern enthalten sind, bleiben die Kerne bei der Anwendung derartiger Färbungsmethoden, wie der Ehrlichschen Fuchsin-Methylenblau-Färbung, ungefärbt. Und da im Plasma infizierter Gewebe jegliche Nuclein- (Chromatin-) Substanz fehlt, nimmt außer dem Kerne auch das gesamte Plasma keinen basischen Farbstoff auf, „die Zelle bleibt also in ihrer ganzen Ausdehnung farblos“. Erst die Vorbehandlung der Präparate mit einer „Beize“, mit einer verdünnten Lösung von Säurefuchsin, belebte das mikroskopische Gesichtsfeld wie mit einem Schlage: es wurden im Plasma und im Kern des Backendrüsengewebes kranker Tiere „intensiv schwarz gefärbte Gebilde“ sichtbar, die zunächst in der Hauptsache rundlich erschienen. Neben diesen rundlichen Gebilden fanden sich aber in der Folge — besonders bei weiter fortgeschrittener Infektion — längliche stäbchen- bis birnförmige oder schwachsichel-förmig gekrümmte Individuen. Andere gekrümmte Formen laufen an einem Ende spitz zu, während das andere Ende kugelförmig angeschwollen ist. Gerade die letzteren Formen gelang es, wie Prof. Stauffacher die Güte hatte mir brieflich mitzuteilen, nach Drucklegung der Abhandlung morphologisch noch bedeutend besser zu differenzieren: „Während sich früher Köpfchen und Schwänzchen blau färbten, wird jetzt nur noch das Köpfchen blau (basophil), während der Schwanzanhang rot tingiert (oxyphil) ist.“ Durch mühevollen Untersuchungen, welche der Forscher unermüdlich fortsetzte, gelang es, nicht nur den Erreger im infizierten Gewebe, im Blut und in der Blasenlymphe von maul- und klauenseuchenkranken Tieren in den verschiedenen Stadien seiner Entwicklung nachzuweisen, sondern ihn auch zu kultivieren; dabei ergaben sich viele Analogien mit gewissen Stadien der Leishmania. Die Kulturen aus der Blasenlymphe und aus dem Blut erkrankter Tiere zeitigten identische Formen. „Die großen unter diesen Geschöpfen erinnern uns an die Herpetomonas-ähnlichen Kulturformen der Leishmania und an die Herpetomonasformen der Trypanosomen.“

Der letzte Teil der Forschungsarbeit Prof. Stauffachers bestand in dem Versuch, die kultivierten Formen auf gesunde Tiere zu überimpfen. Auch dieses Experiment glückte und die geimpfte Kuh erkrankte am vierten Tage nach der subkutanen Injektion an „hohem Fieber (40,1°), sehr starkem Speichelfluß, Inappetenz und Blasen an Zunge und an der Innenfläche der Oberlippe und Backenschleimhaut“, eben den typischen Krankheitserscheinungen der Aphthenseuche. Der Beweis scheint demnach einwandfrei geliefert, daß wir in dem zu den Monadinen (Euflagellaten) gehörigen Protozoon *Aphthomonas infestans* Stauff. tatsächlich den Erreger der Maul- und Klauenseuche zu erblicken haben. H. W. Fr.

Sauerstoff auf der Sonne. Im Spektrum der Sonne fehlen die eigentlichen Sauerstofflinien, und man nahm bisher an, daß dieselben durch andere Linien, insbesondere von metallischen Dämpfen verdeckt werden. Neuerdings hat man nun im Spektrum der Sonnenflecke gewisse Spektralbanden nachweisen können, die u. a. zum Oxyd von Titan gehören und auch beim Laboratoriumsversuch nur dann auftreten, wenn reichlich Sauerstoff vorhanden ist. A. M.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 8.

23. Februar 1917.

56ter Jahrgang.

INHALT:

Zur Physiologie der schmarotzenden Rhinantheen, besonders der halbparasitischen. Von *Hofrat Prof. Dr. E. Heinricher*, Innsbruck. S. 113.

Der Blutungssaft der Bäume und seine Ausnutzung als Zuckerquelle. Von *Prof. Dr. F. W. Neger*, Tharandt. S. 119.

Die Jahrhundertfeier des Bestehens der Coast and Geodetic Survey der Vereinigten Staaten von Nordamerika 1916. Von *Prof. Dr. A. Galle*, Berlin-Potsdam. S. 123.

Kleine Mitteilungen:

Die Trockenprodukte der Kartoffel. Ueber den Einfluß der Hefe, speziell Nährhefe auf die Harnsäureausscheidung. Die Bedeutung der Nährhefe als Nahrungsmittel. Ueber die Kälteindustrie im Kriege. Die Gewinnung von Baumwoll-Ersatzfaser aus Lupinenstroh. Die Berliner Rieselfelder. Wechselwarme Tiere. Rädertierchen. Ergebnisse des internationalen Breitendienstes. Die Sonnenfinsternis vom 23. Januar d.J. Ueber einen Kometen in großer Erdnähe. S. 12-5128.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die quantitative organische Mikroanalyse

Von

Dr. Fritz Pregl

o. ö. Professor der medizinischen Chemie und Vorstand des medizinisch-chemischen Instituts
an der Universität Graz

Mit etwa 38 Textabbildungen

Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 9.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



**CARL ZEISS
JENA**

BERLIN
HAMBURG
WIEN
BUENOS AIRES

ZEISS

Mikroskope

u. mikroskopische Hilfsapparate

Paraboloid-Kondensor
für Dunkelfeldbeleuchtung

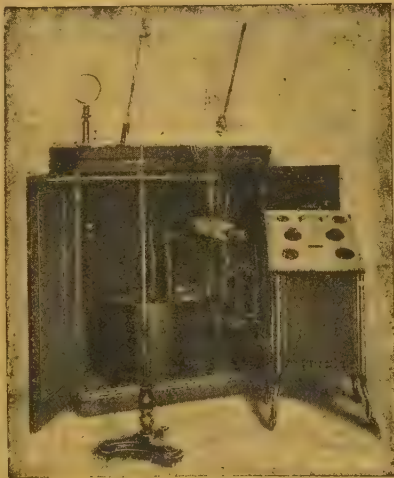
Lupen, Epidiaskope,
Projektions-Apparate

Kleiner Projektions-Apparat
für Diapositive.

Druckschriften kostenfrei.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

23. Februar 1917.

Heft 8.

Zur Physiologie der schmarotzenden Rhinantheen, besonders der halbparasitischen.

Von Hofrat Prof. Dr. E. Heinricher, Innsbruck,
Vorstand des Botanischen Gartens und Botanischen Instituts
der Universität.

Die Rhinantheen sind eine Abteilung der Unterfamilie Rhinanthoideae aus der großen Familie der Scrophulariaceae. Von den 26 Gattungen ist jedenfalls die Mehrzahl parasitisch; bei den außereuropäischen fehlt meist noch der gesicherte Nachweis dafür. Alle sind Wurzelparasiten, das heißt, sie setzen sich mit dem Wurzelwerk der als Wirte dienenden Pflanzen in Verbindung, um dort durch Raub Nährstoffe für sich zu gewinnen. In ihrer Tracht verraten sie, ausgenommen *Lathraea*, den Parasitismus nicht, da sie ein gut entwickeltes Laubwerk und reichlich Chlorophyll führen. Das war auch Schuld daran, daß ihr Schmarotzertum verhältnismäßig spät, erst 1842, entdeckt wurde. Den Weg hierzu wies *Decaisne* die festgestellte Tatsache, daß die Aufzucht der Rhinantheen, falls ihre Samen für sich allein angebaut wurden, nicht gelingen wollte. Dies führte zur Untersuchung ihres Wurzelwerks und zur Auffindung der Haustorien (Saugwarzen), mittels welcher sie an den Wurzeln ihrer Wirte haften. Im einzelnen war aber der Einblick in ihre Entwicklungsgeschichte und ihre Lebensbedingungen ein recht geringer und die Meinungen darüber bedeutenden Schwankungen unterworfen.

Dies gilt selbst für die ganz parasitische, chlorophyllfreie *Lathraea*. Ihre systematische Zugehörigkeit zu den Rhinantheen, die *Solms-Laubach* gut begründet hatte, wurde vergessen, und wohl ihres Ganzparasitismus und des etwas abweichenden Baues der Fruchtkapsel wegen wurde sie der Familie der Orobanchaceen zugeteilt, wo sie in den meisten Florenwerken zu finden ist. Erst durch meine Arbeiten¹⁾ veranlaßt, beginnt in neuerer Zeit ihre Rückstellung an den richtigen Platz. Auch ihre rein parasitische Lebensweise, die durch die Untersuchungen von *Bowman* und *Pitra* als genügend erwiesen hätte gelten können, war durch phantasiereiche aber

wenig überlegte Ausführungen in Frage gestellt worden. Die Möglichkeit rein saprophytischer Lebensweise wurde behauptet und endlich sogar die Verquickung von Saprophytismus mit Carnivorie (*A. v. Kerner* und *B. v. Wettstein*) vorgenommen. Dies mußte wieder gut gemacht werden. Hier setzen meine Arbeiten über *Lathraea* ein, welche sowohl unsere einheimische *L. Squamaria* als die *L. Clandestina* des Mittelmeergebietes betreffen. Vor allem suchte ich durch Grabungen und sorgfältige Präparation in den Besitz vollständiger Exemplare zu gelangen. Die von mir veröffentlichten Abbildungen der Tausende von Saugorganen an den Wurzeln der Wirtspflanzen, der durch sie verursachten Wunden, sowie die ausführliche Darstellung des anatomischen Baues der Haustorien mußten doch bekehrend wirken. Bezüglich der Saugorgane wies ich entwicklungsgeschichtlich nach, daß kein Anlaß vorliegt, in ihnen „reduzierte Wurzeln“ zu erblicken, sondern daß es sich vielmehr um Neubildungen handelt, die den gewöhnlich unterschiedenen Organkategorien der Pflanzen nicht zugeteilt werden können, die Haustorien somit als Organe „sui generis“ (*Göbel*) zu betrachten seien.

Diese Saugorgane erscheinen als knötchenartige Anschwellungen an der sie erzeugenden Parasitenwurzel und folgen oft in dichter Drängung nacheinander, wodurch derartige Wurzelstücke ein perlenschnurartiges oder an den Körper einer Raupe gemahnendes Aussehen erhalten. Von jeder derartigen Anschwellung (Haustorialknopf) wird nun ein Fortsatz, das eigentliche Absorptionsorgan (Haustorialfortsatz), in das Innere der Nährwurzel entsendet. In der Größe sind weitgehende Schwankungen je nach der Pflanzenart, nach der Stärke der Haustorium hervorbringenden Wurzel oder nach dem Alter des Parasiten vorhanden, so daß der extramatrikale Teil alle Abstufungen von der Größe eines kleinen Stecknadelkopfes bis zu jener einer kleinen Erbse (*Lathraea Clandestina*) erreichen kann. Die funktionstüchtige Ausgestaltung des Saugorganes erreicht ihren höchsten Grad bei unserer Schuppenwurz (*L. Squamaria*), wo der Saugfortsatz sich in isolierte schlauchartige Zellen mit bedeutender absorbierender Oberfläche aufzulösen vermag und durch Enzymwirkung auch die verholzten Gewebe des Wirtes zu lösen, zu durchwachsen und auszunützen imstande ist.

Die Schuppenwurzelarten führen ein unterirdisches Leben, oft in $\frac{1}{2}$ bis 1 Meter Tiefe unter der Bödenoberfläche; nur die Blütensprosse, die

¹⁾ Meine wichtigeren Veröffentlichungen über *Lathraea* sind: „Biologische Studien an der Gattung *Lathraea*. I.“ (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. W., Wien 1892, 55 S., 2 Taf.) „Biolog. Studien usw. II.“ (Berichte d. D. Bot. Ges. Bd. XI, 1893, 18 S., 2 Taf.) „Die Keimung von *Lathraea*“ (Ebendort Bd. XII, 1894, 15 S., 1 Taf.) „Anatomischer Bau und Leistung der Saugorgane der Schuppenwurz-Arten (*Lathraea Clandestina* Lam. und *L. Squamaria* L.)“ (Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen Bd. VII., 1895, 92 S., 7 Taf.).

im Frühjahr über dem Boden erscheinen, verraten auf kurze Zeit den Standort der Pflanze. Unsere Squamaria bildet aber auch unterirdisch Blütenstände mit unansehnlichen (kleistogamen) Blüten aus, die durch Autogamie unterirdisch reife Samen ergeben.

Erst mir gelang es, die Keimung der Samen zu erzielen, aus künstlicher Aufzucht den Entwicklungsgang zu verfolgen und auf diesem Wege zu blühenden und fruchtenden Pflanzen zu gelangen. Da Keimung und Entwicklung sich unterirdisch vollziehen, so ist leicht einzusehen, daß diese Ergebnisse nicht so ohne weiteres zu erreichen waren. *Bezüglich der Keimung ist das wichtige Ergebnis zu verzeichnen, daß eine solche nur unter dem Einflusse eines chemischen Reizes erfolgt, der von lebendem Gewebe (Nährwurzel) ausgeht.*

Nun wurde der Wunsch rege und der Plan gefaßt, auch den Entwicklungsgang und die Lebensbedingungen der grünen, halbparasitischen Rhinantheen zu verfolgen und aufzuklären. Besonders lag der Gedanke nahe, hinsichtlich der Ausgeprägtheit der parasitischen Lebensweise zwischen den einzelnen Gattungen und innerhalb der Arten einer Gattung Abstufungen aufzudecken, die es ermöglichen würden, eine Vorstellung zu gewinnen, wie sich der Parasitismus dieser Pflanzen entwickelt und allmählich gesteigert habe, um schließlich den Ganz-Parasitismus der Lathraea zu erreichen. Es wurden verschiedene Arten der in unserer Flora vertretenen Gattungen: Euphrasia (sensu latiori, nach der neueren Systematik: Euphrasia, Odontites, Orthantha), Alectorolophus, Bartschia, Tozzia, Pedicularis (nicht veröffentlicht) und Melampyrum in Kultur genommen und ihre Lebensbedingungen soweit erforscht, daß ihre volle Entwicklung mit Sicherheit erzielt werden konnte. Die betreffenden Studien gelangten dann zwischen 1897 und 1910 zur Veröffentlichung¹⁾. Der Anfang wurde mit Odontites und Euphrasia gemacht, denen alsbald Alectorolophus beigelegt wurde. Über Euphrasia (sensu strictiori) und Alectorolophus (Rhinanthus) lagen

schon die Ergebnisse von Koch⁴⁾ durchgeführter Kulturen vor, die durch meine Versuche ihre Bestätigung und Erweiterung erhielten. In einwandfreier Weise wurde festgestellt, daß die Samen der genannten Gattungen eines Anreizes durch lebendes Gewebe zur Keimung nicht bedürfen, daß auch der einzeln für sich ausgelegte Same keimt. Ich konnte weiter mit Sicherheit nachweisen, daß die Bildung der Saugorgane nicht durch Berührungszreiz ausgelöst wird, sondern durch einen chemischen Reiz, der von der Nährwurzel ausgeht. In Bestätigung der Kochschen Befunde ergab es sich, daß bei Dichtsaat des Parasiten, ohne Zugabe einer Nährpflanze, die aufgehenden Pflanzen sich gegenseitig anfallen und daß es meist einigen von ihnen gelingt, unter Ausnützung der Artgenossen zum Blühen und Fruchten zu gelangen und ihren Lebenskreislauf, wenn auch kümmerlich, zu vollenden. Solche Dichtsaaten ohne Wirt erwiesen sich späterhin als ein brauchbarer Gradmesser für die Ausgeprägtheit des Parasitismus. Je vorgeschrittener letzterer war, um so mehr stieg die Schwierigkeit, auf solchem Wege bis zu einer blühenden Pflanze zu gelangen, während bei geminderten Ansprüchen auf parasitisch erworbenen Nahrungszuschuß die Zahl und relative Stärke der zur Blüte gelangenden Pflanzen größer wurde. Eine solche Abstufung innerhalb der Gattungen sowohl als innerhalb der Arten einer Gattung trat mehrfach deutlich zutage. So findet sich z. B. in der Gattung Euphrasia die parasitär wenig anspruchsvolle Euphrasia minima neben der recht anspruchsvollen L. Rostkoviana (in Dichtsaat allein ist kaum ein verzwergtes blühendes Exemplar zu erzielen) und dazwischen stehend L. salisburgensis.

Wichtig war der Nachweis zweier Arten, die auch ganz ohne Parasitismus ihren Lebenslauf zu vollführen vermögen, ihn also zur Not entbehren können. Das gilt für den kleinen Augentrost (Euphrasia minima) und die Zahnwurz (Odontites verna). Besonders letztere ist einer weitgehenden selbständigen Entwicklung fähig. Selbst im nährstoffarmen Flußsand konnten Pflanzen bis zur Bildung zweier Blüten gebracht werden. Gegenüber solchen Kümmerformen brachten es die Pflanzen in Humus zu verhältnismäßig stattlicher Größe: nahe an 90 % erreichten die Blüte und entwickelten viele, selbst 30 bis 50 Blüten. Dies steht im Zusammenhang mit der Fähigkeit dieser Pflanzen, noch Wurzelhaare zu entwickeln. Die Wurzelhaare sind ja die wichtigsten Absorptionsorgane der Landpflanzen, der Aufnahme des Wassers und der Nährsalze dienend. Hier lag der springende Punkt für die Erklärung der Eigenart des Parasitismus der grünen Schmarotzer, der bisher übersehen worden war. Sie be-

¹⁾ Abgesehen von einigen kürzeren Mitteilungen sind diese Studien alle in den Jahrbüchern für wiss. Bot. unter dem gemeinsamen Titel „Die grünen Halbschmarotzer“ erschienen; ein Nebentitel sucht den Inhalt enger zu bezeichnen, so für „I. Odontites, Euphrasia und Orthantha“ (Bd. XXXI, 1897, 46 S., 1 Taf.), „II. Euphrasia, Alectorolophus und Odontites“ (Bd. XXXII, 1898, 63 S., 2 Taf.), „III. Bartschia Tozzia nebst Bemerkungen zur Frage nach der assimilatorischen Leistungsfähigkeit der grünen Halbschmarotzer“ (Bd. XXXVI, 1901, 88 S., 2 Taf.), „IV. Nachträge zu Euphrasia Odontites und Alectorolophus. Kritische Bemerkungen zur Systematik letzterer Gattung“ (Bd. XXXVII, 1902, 72 S., 2 Taf.). Eingeschaltet dann eine Polemik „Kritisches zur Systematik der Gattung Alectorolophus“ (Bd. XXXVIII, 1903, 21 S.). „V. Melampyrum“ (Bd. XLVI, 1909, 104 S. 5 Taf.). „VI. Zur Frage nach der assimilatorischen Leistungsfähigkeit der grünen parasitischen Rhinanthaceen“ (Bd. XLVII, 1910, 67 S. 2 Taf.).

⁴⁾ „Zur Entwicklungsgeschichte der Rhinanthaceen. I. Rhinanthus minor L.“ „II. Euphrasia officinalis L.“ (Jahrb. f. wiss. Bot.; I. 1889, Bd. XX, II. 1891, Bd. XXII.)

sitzen noch ein reichverzweigtes, gut entwickeltes Wurzelsystem, das auf den ersten Blick von einer Rückbildung nichts erkennen läßt. Und doch ist eine solche bei allen im Schmarotzertum vorgeschrittenen Arten vorhanden: *das Fehlen der Wurzelhaare*. Nur gewissermaßen die *Anfänger* im Parasitismus sind zu ihrer Ausbildung noch befähigt und damit auch an den Parasitismus nicht völlig gebunden. *Den Ersatz der Wurzelhaarfunktionen haben die Saugorgane dieser Schmarotzer zu besorgen. Der Schwerpunkt des Parasitismus der grünen Halbschmarotzer liegt darin, daß das Wasser und die Nährsalze durch Einbruch in die Wurzeln der Wirtspflanzen gewonnen werden.* Ich sagte darum: „Primitive Haustorienbildung muß den Parasitismus dieser Pflanzen eingeleitet haben. Erst damit war einerseits der Anstoß zur Rückbildung der Wurzelhaare, d. h. der normalen Wurzeltätigkeit, andererseits zur Vervollkommen der Saugorgane gegeben.“

Alle weiteren Untersuchungen lieferten Ergebnisse, die im Einklang mit dieser Auffassung stehen. Zunächst wurde gezeigt, daß diese Schmarotzer keine besondere Auswahl von Wirtspflanzen treffen. Die Klappertopf- (*Alectrolophus*), Augentrost- (*Euphrasia*-) Arten und andere sind Wiesenpflanzen. — Es ist erklärlich, daß angenommen wurde, Gräser und Halbgräser dienten ihnen hauptsächlich als Wirte. Die Kulturen erwiesen aber, daß eine solche Gebundenheit nicht besteht. Diese Schmarotzer ergreifen die Wurzeln der verschiedensten Pflanzen, ja dasselbe Individuum konnte die Saugorgane den Wurzeln mehrerer systematisch gar nicht verwandter Pflanzen angeheftet haben, wie auch die verschiedensten Dikotylen, einzeln als Wirte gegeben, sich als sehr tauglich erwiesen. Auch zarte Einjährige, die in ihren Wurzeln keine Vorratsstoffe ablagern, genügten zu ihrem Gedeihen, was deutlich darauf hinweist, daß assimilierte Nahrung von diesen Schmarotzern nicht verlangt wird. Es war erstaunlich zu sehen, wie die Entwicklung einer *Euphrasia* oder dergleichen schon durch die Möglichkeit gehoben wurde, die Wurzel eines beigegebenen jungen Wirtspflänzchens auszunützen.

In einer Beziehung ergab sich allerdings eine gewisse Abhängigkeit von den Wirtspflanzen. Es zeigte sich, daß *die Halbparasiten ein großes Lichtbedürfnis und das Verlangen nach reichlicher Transpiration verraten*. Dichter Stand der Wirte und schattende Wirkung derselben führen zum Verkümmern, meist zum Untergange.

Dies steht vollkommen in Übereinstimmung mit der Auffassung, daß der Parasitismus der grünen Rhinantheen in erster Linie auf den Erwerb der *Nährsalze* gerichtet ist. Betrachten wir vorerst ihr Lichtbedürfnis. In richtiger Würdigung ihres gut entwickelten Laubwerks und ihres reichen Chlorophyllgehaltes scheint mir die Bezeichnung der grünen Parasiten als „Halbschmarotzer“ entstanden zu sein, doch weiß ich nicht,

von wem sie eingeführt wurde. Der Ausdruck sollte wohl bezeichnen, daß diesen Schmarotzern die Gewinnung des plastischen Baumaterials durch die Assimilation der CO_2 mittels ihres Chlorophylls selbsttätig möglich sei. Das steht im Einklange mit Aussprüchen unserer besten deutschen Pflanzenphysiologen. (*Sachs*: „Die bloße Tatsache, daß eine Pflanze grüne Blätter hat, ist ein Beweis, daß sie wenigstens zeitweilig des Tageslichtes bedarf, um Bildungstoffe für ihr ferneres Wachstum zu sammeln“; *Pfeffer*: „Bis dahin ist für keinen chlorophyllführenden Chromatophor eine völlige Unfähigkeit zur Assimilation nachgewiesen.“) Merkwürdigerweise hat sich aber späterhin die Auffassung des Parasitismus der grünen Halbschmarotzer garnicht obigen Sätzen entsprechend gestaltet. So finden wir in der Bearbeitung der *Scrophulariaceen* („Natürliche Pflanzenfamilien“ herausgegeben von *Engler* u. *Prantl*, IV. T., Abt. 6, S. 40) den Satz: „Die Halbparasiten entziehen durch an den Wurzeln befindliche Haustorien *organische* Substanz lebenden *oder abgestorbenen* Pflanzen.“ Verschuldet war solcher Irrtum wohl in erster Linie durch eine Arbeit des französischen Physiologen *G. Bonnier*¹⁾, der aus Versuchsergebnissen, die er mit einem von ihm konstruierten, recht komplizierten, unter gewissen Bedingungen aber auch zweifellos gut verwendbaren Apparat gewonnen hatte, folgerte: *die Assimilation dieser Parasiten sei sehr gering, bei Euphrasia nahezu Null*. *Bonnier* hatte nur übersehen, daß die Chlorophyllkörner sehr leicht inaktiviert werden. Da die Blätter dieser Schmarotzer sehr zart sind, ist in seinen Versuchen entweder solche Inaktivierung eingetreten, oder hatten sie, am Beginne des Welkens stehend, ihre Spaltöffnungen geschlossen, was bei ihrer großen Empfindlichkeit gegen Transpirationsverluste sehr wahrscheinlich ist. Befangen von seinem Versuchsergebnis beachtete *B.* gar nicht die gegen dasselbe sprechenden morphologischen Tatsachen: die reichliche und vollkommene Ausbildung des Blattwerks, das ja bei wirklich unselbständig sich ernährenden Pflanzen, sowohl Parasiten als Saprophyten, eine starke Rückbildung erfährt, auch ganz verschwindet oder doch einem Funktionswechsel (*Lathraea*) unterliegt. In voller Kenntnis davon, daß auch in anatomischer Beziehung keine Rückbildung des Assimilationsystems zu beobachten sei, läßt er sich zu einem scharfen Ausfall gegen die anatomisch-physiologische Forschungsrichtung verleiten, anstatt durch Beachtung der anatomischen Verhältnisse zu Bedenken über die Richtigkeit seiner Ergebnisse geführt zu werden. Und doch hätten recht einfache Versuche ihre Unrichtigkeit zu erweisen vermocht! Die Autorität *Bonniers* bestrickte aber selbst einen beträchtlichen Teil auch der deutschen Pflanzenphysiologen, und es brauchte eine

¹⁾ „Recherches physiologiques sur les plantes parasites.“ *Bull. scient. du nord de la France et de la Belgique*, t. XXV, 1893, p. 77.“

Reihe von Versuchen, mit ständig zunehmender Beweiskraft, um endlich die vollkommene Assimilationstüchtigkeit der grünen Halbschmarotzer, die ich vertrat, anerkannt zu finden. Der Hinweis auf die morphologisch und anatomisch vollkommene Ausbildung der Blätter und die zunächst vorgeführte Tatsache, daß die Sachsche Jodprobe in den Blättern der Augentrost- und Klappertopfarten, gleich wie an den Blättern nichtparasitischer Pflanzen, am Abend reichlichen Stärkegehalt, am Morgen Fehlen der Stärke feststellte, genügte nicht. Die untertags sich bildende Stärke sollte aus Assimilaten, die den Wirtswurzeln entnommen waren, stammen. Auch dann gab es noch Einwendungen, als ich bei einem *abgeschnittenen* (in seinen Blättern ursprünglich *stärkereich* gewesen, dann durch Verdunkelung *stärkeleer* gewordenen) Sproß von *Alectorolophus* am Lichte *neuerliche* Füllung der Blätter mit Stärke nachwies. Weiterhin zeigte ich, daß dieser Sproß das mit dem Wechsel von Tag und Nacht zusammenfallende Auftreten und Verschwinden der Stärke beobachten ließ. Nun gab es den Einwurf, die am Tage in den Blättern auftretende Stärke sei vielleicht aus der im Sprosse abgelagerten Reservestärke als Zucker zugewandert, und regeneriert worden. Dieser wirklich schon gewaltsam und mit *sehr* geringer physiologischer Wahrscheinlichkeit ersonnene Einwand konnte kaum mehr anders, denn als der Ausdruck eines eigensinnigen Nichtgeltenlassen-Wollens aufgefaßt werden. Erst Versuche, die ich mit abgeschnittenen Sprossen in CO_2 -freier und CO_2 -haltiger Luft durchführte, wobei im ersten Fall natürlich *keine* Stärke gebildet wurde, ferner Versuche über Schnelligkeit der Bildung und Ableitung von Stärke in den Blättern von *Melampyrum* und schließlich der Nachweis, daß die teilweise Verstopfung der die Spaltöffnungen führenden Blattflächen mit Kakaobutter an diesen Orten im Blatte die Stärkebildung unterband, während in den nicht verstopften Blattabschnitten Stärke reichlich auftrat, ließen die Kritik endlich verstummen. *So ist der Nachweis also unanfechtbar erbracht, daß die grünen Halbparasiten bezüglich der CO_2 -Assimilation autotroph (selbständig) sind.*

Hier möchte ich aber auf eine Ungenauigkeit in der pflanzenphysiologischen Ausdrucksweise aufmerksam machen. Es hat sich eingebürgert, die grünen, assimilationsfähigen Pflanzen schlechtweg als „autotroph“ zu bezeichnen; der Gegensatz dazu ist Heterotrophie. Wohin gehören nun die grünen Halbschmarotzer? Selbständig sind sie zumeist garnicht entwicklungsfähig, sie brauchen den Parasitismus obligat, sie sind also „heterotroph“. Gleichzeitig aber wären sie nach obiger Ausdrucksweise auch „autotroph“. Ein Nonsens! Es wird also wohl eine sorgfältigere Unterscheidung in der Bezeichnungsweise eintreten müssen. Man wird *vollständige* Autotrophie von *teilweiser* scharf zu sondern haben

und die Halbparasiten als heterotroph in Beziehung auf den *Nährsalzparasitismus*, in Beziehung aber auf die *CO_2 -Assimilation* als autotroph benennen müssen, wie andererseits bei den Ganzschmarotzern *vollständige* Heterotrophie herrscht.

Wenden wir uns nach dieser Abschweifung dem starken Transpirationsbedürfnis zu, welches, wie die Kulturversuche zeigten, die grünen Halbschmarotzer verraten. Es versagt nicht nur die Aufzucht, wenn durch zu dichten Stand der Wirtspflanzen oder sonst durch Eingriffe die Transpiration unterbunden oder stark eingengt wird, sondern es verrät sich die starke Transpiration augenfällig auch auf andere Weise. In meinen Arbeiten wurde wiederholt darauf hingewiesen, daß die Pflanzen, kaum dem Kulturbeete entrissen, sofort welken. Das vollzieht sich in wenigen Minuten, manchmal fast momentan. In exakterer Weise hat diese auffallend starke Transpiration einer meiner Schüler, Dr. R. Seeger¹⁾, bestätigt. Wie der Vergleich mit autotrophen Pflanzen lehrte, übertrifft die *Wasserabgabe bei den parasitischen Rhinantheen mehrfach die aller darauf untersuchten Autotrophen*. Z. B. gibt ein Blatt von *Euphrasia Rostkoviana* oder *Odontites verna* fünfmal mehr Wasser ab, wie ein gleich großes Blattstück aus dem Luftblatt der gelben Seerose, sechs- bis siebenmal mehr als die Blätter von *Gentiana*, *Callisia*, *Lamium* und anderen Mesophyten, vierzigmal mehr als die von *Rhododendron* (Xerophyt). Auch die der Rhinantheen-Gruppe angehörige nicht parasitische *Veronica Chamedrys* wird in der Transpiration um mehr als das Dreifache übertroffen.

Die Transpiration ermöglicht der Pflanze die Zufuhr der benötigten Nährsalze; ihre ungewöhnliche Höhe gerade bei den parasitischen Rhinantheen hängt also offenbar mit deren Schmarotzer-Eigenart zusammen, die, wie wir sahen, auf den Erwerb der Nährsalze durch Einbruch in die Wasserleitungsbahnen der Wirtswurzeln gerichtet ist. Damit diese Förderung der Nährsalze auch bei unterbundener Transpiration nicht unterbrochen wird, haben die Rhinantheen auch Einrichtungen getroffen, sie durch Abscheidung liquiden Wassers, durch „Gutation“, zu ersetzen. Sie haben sehr funktionsmäßig ausgestaltete Wasserdrüsen, die sogenannten „Schilddrüsen“²⁾.

1) „Versuche über die Assimilation von *Euphrasia* (sens. lat.) und über die Transpiration der Rhinantheen. (Sitzungsb. d. kais. Ak. d. W. in Wien, Bd. CXIX, 1910.)

2) Über die Drüsen, welche der Gutation bei den Rhinantheen dienen, ist noch keine einheitliche Auffassung unter den Botanikern vorhanden. Mir scheinen die anatomischen Verhältnisse aber deutlich dafür zu sprechen, daß diese Aufgabe eben den Schilddrüsen zukommt. Ja es ist sehr wahrscheinlich, daß man sie geradezu als Führer zum Nachweis des Parasitismus benützen könne. Wie mein Schüler *Fedorowicz* ausführt, sind alle schilddrüsenbesitzenden Gattungen, die genauer erforscht sind, sicher Parasiten. Seine Vermutung, daß es auch alle Gattungen sein dürften, bei denen er weiterhin solche Drüsen nachweisen

Da die Rhinantheenparasiten mittels der Haustorien den Wasserleitungsbahnen ihrer Wirte angeschlossen sind, wird auf sie auch der in den Wurzeln herrschende Wurzeldruck übertragen. Erreicht dieser eine übermäßige Höhe, so verhindern die vorhandenen Hydathoden (Wasserdrüsen) nebenher auch die durch die Infiltration des Interzellularsystems schädliche Hemmung des Gaswechsels.

Schon in der zweiten Abhandlung über die halbparasitischen Rhinantheen sagte ich: „Der Einbruch in die Wirtswurzeln liefert zum Teil auch plastisches Material. Das Eindringen in an Reservestoffen reiche Organe kann zur Aufnahme größerer Mengen dieser geführt und damit auch den Anstoß zur Rückbildung der Assimilationsorgane gegeben haben. Ein solcher Prozeß vollzieht sich vielleicht bei *Tozzia alpina*; er ist vollständig durchgeführt bei der chlorophyllfreien Gattung *Lathraea*, deren Arten alles zu ihrem Aufbau nötige Material den Wirtspflanzen rauben.“

Die über *Tozzia* geäußerte Vermutung wurde durch die Kultur der Pflanze und die Klarlegung ihrer Entwicklungsgeschichte glänzend bestätigt. Aufgefallen war mir der schwächer grüne Ton ihres Laubes, und tatsächlich zeigen die Blätter eine recht bedeutende Rückbildung des Assimilationssystems: die vollkommenste Form der Assimilationszellen, *typische Palisadenzellen*, fehlten hier. Im weiteren muß ich mich auf eine kurze Hervorhebung des Allerwichtigsten beschränken. Wie bei *Lathraea* erfolgt die Keimung nur unter dem Anreiz einer Nährwurzel und kann schon in dem Jahre stattfinden, in welchem der Same seine Reife erlangte. *Tozzia* ist die einzige grüne *Rhinanthacee*, die hypogäische (unterirdische) Keimblätter hat; ihre erste Entwicklung macht sie unter der Erde als chlorophyllfreier Ganzschmarotzer durch. Die ersten Jugendstadien sind denen einer *Lathraea Squamaria* zum Verwechseln ähnlich. Unter langsamem Wachstum entsteht ein unverzweigtes, 1—1,5 cm langes Rhizom, dicht besetzt von gekreuzt stehenden fleischigen Schuppenblättern, die mit Speichersstoffen vollgefüllt werden. So erstarkt, legt dann die Pflanze den grünen, oberirdischen Trieb an und kommt nun als Halbschmarotzer ans Licht. Dies vollzieht sich im zweiten oder dritten Jahre nach der Keimung. Diese zweite, halbparasitische Periode, in der die Pflanze blüht und fruchtet, ist kurz, indem sie nicht weit über einen Monat hinausreicht. Nach dem Blühen stirbt das Individuum ab; die Angaben, daß *T. ausdauer*e, erwiesen sich als falsch. Aber auch bei *Tozzia* ist das Laub noch assimilationsfähig und die Versorgung der reifenden Samen mit den nötigen Reservestoffen wird seiner Ernährungsleistung zuzuschreiben sein.

konnte, hat viel Berechtigung. (Vgl. *S. Fedorowicz*, „Die Drüsenformen der Rhinantheen“: Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie, 1916.)

Damit war nun erwiesen, daß *Tozzia* eine ganz eigenartige Stellung in der Rhinantheengruppe einnimmt: sie ist nicht Ganzparasit und nicht Halbparasit, sondern beides in zeitlicher Folge und wird so zum biologischen (wahrscheinlich auch phylogenetischen) Bindeglied zwischen den Halbschmarotzern und der ganzparasitischen Gattung *Lathraea*.

Auch zwischen *Tozzia* und den einjährigen, *typischen* Halbschmarotzern (*Euphrasia*, *Odonites*, *Alectorolophus*) ließen meine Untersuchungen noch ein Bindeglied zutage treten: *Melampyrum*. Diese Gattung steht stammesgeschichtlich *Tozzia* nahe, wie vor allem der Bau der Frucht und des Samens andeutet. Der Kultur der *Melampyrum*-arten stellten sich aber zunächst bedeutende Schwierigkeiten entgegen, so daß voller Erfolg erst nach Jahren erzielt wurde. Eine der Schwierigkeiten gilt mehr oder minder allgemein für die einjährigen Rhinantheen, daß nämlich ihre Keimung (enge bei *Alectorolophus*, etwas minder enge bei *Euphrasia* sens. lat. an das Frühjahr gebunden ist und im gleichen Jahre, in dem die Samenreife erfolgte, überhaupt nicht zu erzielen ist. *Melampyrum vulgatum* (pratense älterer Nomenklatur) macht zwar davon, im Anschluß an die mehrjährigen, teilweise oder ganz parasitischen Gattungen *Tozzia* und *Lathraea*, insoweit eine Ausnahme, als diesjährige Samen schon im Herbst keimen können, jedoch geht deren Weiterentwicklung — falls die Keimlinge den Winter überdauern — erst im nächsten Frühjahr vor sich. So bedarf jede neue Fragestellung auch ein neues Jahr zur Durchführung der betreffenden Versuche.

Ein weiteres Hemmnis war durch eine Arbeit von Koch¹⁾ gegeben, in der *M. pratense*²⁾ auf das bestimmteste als Saprophyt bezeichnet wurde, allerdings nicht auf Kulturversuche, sondern nur darauf gestützt, daß seine Haustorien vielfach toten Pflanzenteilen anhaften. Ich schenkte diesen Angaben zu viel Vertrauen und versuchte durch Jahre *M. pratense* und *M. silvaticum* auf dem Wege saprophytischer Ernährung zu erzielen. Alle die vielfach und verschiedentlich durchgeführten Versuche schlugen aber fehl. Die Haustorien, mit denen die Pflanze Humusteilchen, auch Gesteinstrümmerchen erfaßt, konnte ich späterhin als eine Hungerreaktion der Wurzeln dieser Pflanzen erklären. In der Tat leisten diese Saugwarzen, die übrigens auch anatomisch geringe Ausgestaltung zeigen, für die Ernährung gar nichts. Alles wies also auch für diese Rhinantheen auf den Parasitismus hin. Festgestellt war, daß die Samen zwar ohne den chemischen Reiz einer Nährwurzel keimen, eine Pflanze für sich allein aber nur kümmerlich die ersten Entwick-

¹⁾ Über die direkte Ausnutzung vegetabilischer Reste durch bestimmte chlorophyllhaltige Pflanzen. (Ber. d. D. Botan. Ges. Bd. V, 1887.)

²⁾ Die als *Melampyrum pratense* bezeichnete Pflanze wird in neuerer Zeit als *M. vulgatum* benannt.

lungsstufen erreicht, dann jedoch eingeht. Auch Dichtsaaat des Parasiten bringt keinen Erfolg. Bei *M. pratense* konnte unter alleiniger Ausnützung der Artgenossen kein Pflänzchen dominierend werden und bis zur Bildung einer Blüte gelangen. *M. silvestre*, das sich im ganzen ähnlich verhält, verrät in Dichtsaaat Spuren einer Förderung einzelner Individuen.

Doch auch die Kulturen, die in der vollen Überzeugung, daß diese Wachtelweizenarten Schmarotzer sind, unternommen wurden, versagten zunächst fast gänzlich. Grasarten, einjährige und zweijährige Dikotyle, die alle für *Euphrasia*, *Odontites*, *Alectorolophus*arten als Wirte sich tauglich erwiesen hatten, führten hier nicht zum Ziele oder ergaben doch Pflanzen, die immer noch Kümmerlinge waren. Besonders *M. pratense* ließ durch diese Wirte kaum eine Förderung, die ihm zukäme, erkennen. Das deutete wohl an, daß der Parasitismus dieser *Melampyra* andersartig sein müsse als derjenige der Arten: Augentrost, Klappertopf usw.

Beobachtungen in der Natur schienen auf Bäume, Sträucher, überhaupt auf Pflanzen mit nahrungsreicheren Wurzeln hinzuweisen. Damit war das Richtige getroffen. *M. silvaticum* erzog ich in üppigem Gedeihen zunächst auf der Heidelbeere, *M. pratense* auf der Hasel, später beide auf zahlreichen verschiedenen Holzarten. Da diese fast durchgehend verpilzte Wurzeln (Mykorrhiza) haben, meinte ich zunächst, daß eine Spezialisierung auf Pflanzen mit Mykorrhizen vorliege¹⁾. Spätere, zum Teil noch nicht veröffentlichte Versuche scheinen dies aber nicht zu bestätigen, sondern das Entscheidende für die genannten 2 *Melampyra* ist, daß sie, besonders in den Jugendstadien, nahrungsreichere, in den Wurzeln reichlich Speicherstoffe führende Nährpflanzen verlangen; daß die meisten ihrer Nährpflanzen Mykorrhizen besitzen, ist eine zufällige Begleiterscheinung. *M. pratense* und *M. silvaticum* erscheinen so nicht mehr als reine Nährsalzparasiten, sie verlangen Wirte, welche ihnen — wenigstens in der ersten Zeit nach der Keimung — auch assimilierte Baustoffe abgeben können, und werden wohl zeitlebens solche aufnehmen. Einmal erstarkt, sind sie aber ebenfalls noch recht assimilationstüchtig, von einer Rückbildung des Assimilationssystems sind kaum Spuren zu entdecken, und die Blätter bilden noch Palisadenparenchym aus; auch stimmen sie mit den Nährsalzparasiten (*Euphrasia*, *Alectorolophus* usw.) durch das große Transpirationsbedürfnis überein und desgleichen auch durch das Verlangen nach gutem Lichtgenuß, als Ausdruck dessen, daß ihnen eigene Assimilationsarbeit noch nötig ist. Außer den beiden bisher besprochenen wurden auch noch die Arten *M. nemorosum*, *M. cristatum*, *M. barbatum* und *M. arvense* in Untersuchung gezogen.

1) „*Melampyrum pratense* L., ein in gewissen Grenzen spezialisierter Parasit.“ Vorläufige Mitt. (Ber. d. D. Botan. Ges., 1907.)

Auch für sie gilt, daß alle auf Holzpflanzen ein gutes Fortkommen finden, doch ist es von Bedeutung, daß sich auch innerhalb der Gattung *Melampyrum* deutliche Verschiedenheiten in der Ausprägung des Schmarotzertums vorfinden. Besonders *M. arvense* schließt sich eng an *Euphrasia* und *Alectorolophus* an, welche vorwiegend reine Nährsalzparasiten sind. Es vermag verzweigt selbst ohne Wirt zur Blüte zu gelangen, Dichtsaaat ohne andersartigen Wirt ergibt ganz kräftige Pflanzen und schon einzelne Graspflänzchen oder schwache annuelle Dikotyle bewirken eine beträchtliche Förderung in der Entwicklung. So kann es als Bindeglied zwischen den ausgeprägten Nährsalzparasiten und seinen anspruchsvolleren Artgenossen *M. silvaticum* und *M. pratense* aufgefaßt werden. Diese aber kommen in ihrem Parasitismus vor *Tozzia* zu stehen, die ja auch systematisch *Melampyrum* nächstverwandt ist.

Von seiten jener Forscher, welche die zumeist ausreichende assimilatorische Tätigkeit der Halbschmarotzer anerkannten, ist die Ansicht ausgesprochen worden, daß letztere durch die Haustorien vielleicht den Bedarf an Stickstoff in organischer Bindung ihren Wirten entziehen. Für die ausgeprägten Nährsalzparasiten habe ich dieser Auffassung nicht beipflichtet und darauf hingewiesen, daß sie mit dem Nitrat, das in ihren Wirten und in ihnen selbst leicht nachweisbar ist, ihr Auslangen finden. Eher war ich aber geneigt, ein Bedürfnis nach Aufnahme assimilierten Stickstoffes für *Melampyrum* anzunehmen, dessen Arten, wie *M. pratense* und *M. silvaticum*, hauptsächlich auf Mykorrhizen führenden Pflanzen fußen. Durch weitere Versuche bin ich aber von dieser Ansicht zurückgekommen. Der Institutsbau und die Neuanlage des Botanischen Gartens haben mich bislang verhindert, die beabsichtigte Studie zur Stickstofffrage zu veröffentlichen. Ich kann nur sagen, daß mich die Ergebnisse zu der Annahme führen, daß für alle Rhinantheen der Nitratstickstoff als N-Quelle genügt, um ihre Lebensbedürfnisse befriedigen zu können.

Noch wäre darauf hinzuweisen, daß der Grad der Differenzierung, die der *Embryo* im Samen aufweist, im allgemeinen parallel mit dem Grad des Parasitismus geht. Die ganzparasitische *Lathraea* hat den am wenigsten differenzierten Keimling, ihr reiht sich die teilweise ganzparasitisch lebende *Tozzia* an, und am vollkommensten ausgestaltet ist er bei der ausgesprochen nährsalzparasitischen Gattung *Euphrasia* (sensu latiori)¹⁾.

Wir sind am Ende unserer Ausführungen. Was das Ziel meiner Untersuchung war: eine Reihe von Abstufungen im Parasitismus der

1) Die Größe der Samen, in dem Sinne, daß sie mit fortschreitendem Parasitismus immer kleiner würden, zeigt aber keineswegs eine solche Parallele. *Lathraea clandestina*, *Melampyrum* haben relativ große Samen. Dies geht vielmehr vor allem parallel mit der Zahl der in der Frucht gebildeten Samen (bei den eben genannten höchstens vier), zum Teil mit den Einrichtungen zur Samenverbreitung.

Rhinantheen aufzudecken, scheint mir erreicht. Wir dürften auch keine zweite Parasitengruppe haben, die einen besseren Einblick in die Lebensbedürfnisse und den Werdegang des Parasitismus bieten könnte. Ein Bild über die phylogenetischen Beziehungen in der Reihe läßt sich unschwer gewinnen. Ich kann auch heute noch mit den Worten schließen, die ich am Ende meiner dritten Abhandlung brachte: „Die Rhinantheen leiten sich vermutlich alle von annuellen Stammformen ab. Der Wettbewerb um die rohen Nährstoffe hat den Parasitismus eingeleitet, der zunächst nur auf diese abzielte. Die Gewöhnung an mehrjährige, in Rhizomen und Wurzeln Reservestoffe speichernde Wirtspflanzen dürfte die Triebfeder gewesen sein, welche aus den annuellen Parasiten mehrjährige (Pedicularisarten, Tozia), dann endlich perennierende Pflanzen (Bartschia¹⁾, Lathraea, einige Pedicularis?) erstehen ließ und andererseits den Hemiparasitismus allmählich zum Holoparasitismus fortschreiten machte.“

Der Blutungssaft der Bäume und seine Ausnutzung als Zuckerquelle.

Von Prof. Dr. F. W. Neger, Tharandt.

Wir leben in einer Zeit, in welcher unter dem eisernen Zwang der Not manche alte, in Vergessenheit geratene Industrie und Verwertung einheimischer Rohmaterialien wieder auflebt. Die mißachtete Nesselfaser kommt wieder zu Ehren. Die Flachsfaser braucht nicht mehr die ausländischen Konkurrenten (Sisal, Sanseviera u. a.) zu fürchten, die Gerbstoffe der Fichten- und Eichenrinde, die durch die Einfuhr von Dividivi, Quebracho u. a. in den Hintergrund gedrängt waren, ebenso wie die einheimischen Harze und Balsame, gelangen wieder zu hohem Ansehen. Der Rübenzucker, der — seit der Napoleonischen Kontinentalsperre — den tropischen Rohrzucker verdrängt hat, ist zwar ein einheimisches Erzeugnis. Gleichwohl reicht seine Produktion nicht aus, um dem gesteigerten Bedürfnis gerecht zu werden, und wir sind gezwungen, uns nach weiteren, wenn auch nicht ganz so ergiebigen, Zuckerquellen umzusehen. Wir haben Erfolg, wenn wir auch in dieser Hinsicht bei den „Alten“ in die Schule gehen. Die Gewinnung von Zucker aus dem Blutungssaft der Bäume ist kaum mehr dem Namen nach bekannt, und wenn wir näheres darüber erfahren wollen, so ist es hauptsächlich ältere Literatur, die uns befriedigenden Aufschluß darüber gibt.

Der aufsteigende Saftstrom der Bäume wird von der Laubkrone — infolge lebhafter Transpiration der Blätter — aufgenommen und verbraucht. Im ersten Frühjahr, bei Beginn der

Vegetationstätigkeit, fehlt bei sommergrünen Bäumen die transpirierende Blattmasse. Infolgedessen wird der saftleitende Holzkörper gewissermaßen vollgepumpt und der Saft tritt an jeder Wunde zutage, wobei der Druck, den die bei Erwärmung sich ausdehnende Innenluft auf den Saft ausübt, noch eine besonders bedeutende Rolle spielt.

Der aufsteigende Saftstrom ist auch das Transportmittel, um die im Holzkörper aufgespeicherten Kohlehydrate nach den Stellen stärksten Verbrauches — den Vegetationspunkten, wo sich die jungen Blätter und Achsen bilden — zu leiten. Demgemäß ist der im Frühjahr aus Wunden austretende Saft — man bezeichnet ihn allgemein als Blutungssaft — mehr oder weniger reich an gelösten Kohlehydraten, insbesondere an Zucker.

Von dieser Erfahrung machen Naturvölker seit alten Zeiten Gebrauch, indem sie im Frühjahr die Bäume anbohren, den austretenden Blutungssaft auffangen und für mancherlei Zwecke verwenden.

a) Zucker liefernde Bäume.

Das klassische Beispiel ist die Gewinnung von Zucker aus dem amerikanischen Zuckerahorn durch die Indianer Nordamerikas. Die weißen Einwanderer haben diese Kunst von den braunen Landeskindern übernommen, und wir hören, daß bis zur Einführung der Zuckerrübenkultur in ganz Nordamerika jährlich etwa 400 000 Zentner¹⁾ Ahornzucker erzeugt worden sind. Namentlich in den weniger zugänglichen, vom See- und Landverkehr abgeschnittenen Gegenden in den nördlichen Staaten der Union und in Canada war die Baumzuckerproduktion für die ärmere Bevölkerung ein nicht unbedeutender Erwerbszweig.

Man rechnet, daß der Zuckerahorn pro Stamm und Jahr durchschnittlich 174 l Zuckersaft gibt und daß hieraus etwa 5 kg Zucker gewonnen werden können.

Freilich konnte diese Industrie nur in einem Lande, in welchem ein großer Überfluß an Brennholz herrscht, bestehen.

Denn der Verbrauch an Feuerungsmaterial zum Eindampfen des Baumsaftes ist sehr bedeutend. Bei den wandernden Zuckersiedereien in den Urwäldern Amerikas stand das Brennholz in unbegrenzten Mengen zur Verfügung.

Dem amerikanischen Zuckerahorn steht nun hinsichtlich der Qualität und Quantität des erzeugten Zuckers kaum nach unser einheimischer Spitzahorn, der ja auch mit dem Zuckerahorn nahe verwandt ist. Auch der Bergahorn soll viel und guten Zucker liefern. Weniger reich ist die Ausbeute aus anderen Bäumen, Birke, Buche, Hainbuche, Esche u. a., wie aus der nachstehenden Zusammenstellung hervorgeht²⁾:

¹⁾ Nach Gifford, Practical Forestry 1902: 500 000 Ztr. Zucker und 11,4 Mill. Liter Sirup.

²⁾ Außer Zucker (und zwar Rohrzucker in den Ahornarten, Fruchtzucker in den Birken) enthalten die meisten Blutungssäfte nur geringe Mengen anderer

¹⁾ Auf Bartschia, deren interessanten, langsam verlaufenden Entwicklungsgang ich vollkommen klarlegen konnte, näher einzugehen, war im Rahmen dieser Darstellung nicht nötig.

<i>Acer saccharum</i>	3,1—6 (7) ‰
„ <i>negundo</i>	2,5 ‰
„ <i>dasycarpum</i>	3,7 ‰
„ <i>tataricum</i>	3,4 ‰
„ <i>platanoides</i>	2,5—4,7 ‰
„ nach <i>Schröder</i> (1869)	1,15—3,7 ‰
„ <i>pseudoplatanus</i>	2,2—? ‰
„ <i>campestre</i>	2,2—? ‰
<i>Betula alba</i>	0,57—1,66 ‰
<i>Carpinus betulus</i>	0,2—0,56 ‰

Es ist sehr schwer, für den Zuckergehalt der Blutungssäfte bestimmte Zahlen anzugeben, weil dieser Gehalt nicht nur von Individuum zu Individuum verschieden ist, sondern außerdem vom Standort, der Jahreszeit und anderen Umständen abhängt. So fand *Schröder* (1869) bei einer sich über 19 Tage hinziehenden vergleichenden Untersuchung des Blutungssaftes des Spitzahorns folgende Zahlen (in ‰):

28. April.	2.74	7. Mai	2.90
29. „	2.97	8. „	2.85
30. „	3.06	9. „	2.77
3. Mai	2.97	12. „	2.64
4. „	2.90	13. „	2.37
5. „	2.90	14. „	2.05
6. „	3.02	16. „	2.12

Aus dieser Untersuchung ergibt sich aber immerhin — und weitere Versuche haben es bestätigt —, daß die Menge der im Saft enthaltenen Kohlehydrate gegen das Ende der Blutungsperiode abnimmt. Auch die Frage, ob eine Beziehung besteht zwischen den einzelnen Teilen des Stammes (Höhe des Bohrloches) und dem Zuckergehalt des Saftes, hat *Schröder* (l. c.) untersucht und in folgendem Sinne beantwortet:

Das Maximum des Zuckergehalts tritt in einer Stammpartie im allgemeinen um so später ein, je weiter dieselbe von der Erde entfernt ist.

b) Die Zeit, Dauer und Stärke des Blutens

ist bei den einzelnen Holzarten sehr verschieden, wechselt aber auch von Baum zu Baum und hängt endlich von äußeren Umständen (Standort, Wetter) ab.

So blutet *Juglans* von Mitte Februar an, oft aber auch schon im Dezember und Januar, Buche und Hainbuche von Mitte März an. Das Bluten der Birken beginnt Ende März, das der Pappeln Anfang April, das von Kornelkirsche Anfang Mai. Die Ahorne hören verhältnismäßig früh auf zu bluten, die Hainbuche dagegen blutet noch, wenn das Laub schon fast entwickelt ist, die Ulmen bluten (nach *Vauquelin*) im November und Mai.

Im allgemeinen gilt, daß das Bluten beginnt, wenn die Vegetationsfähigkeit anfängt sich zu regen (Schwellen der Knospen) und aufhört, wenn die Knospen sich öffnen oder geöffnet haben.

Die Menge der als Blutungssaft ausgeschiede-

fester Stoffe: nämlich organische Säuren, Eiweißstoffe u. a. Die chemische Reaktion des Blutungssaftes ist nach *C. Kraus* (1888) meist zu Beginn des Blutens sauer, später neutral oder schwach alkalisch.

nen Flüssigkeit wird durch verschiedene äußere Faktoren beherrscht, so vor allem — wie die Versuche von *Wieler* (1893) lehren — durch den Wassergehalt des Bodens. Man kann die Ergiebigkeit des Blutens geradezu durch Begießen des blutenden Baumes bedeutend steigern, während umgekehrt bei langandauernder Trockenheit die Menge des austretenden Blutungssaftes sehr abnimmt. Ob die Konzentration des Saftes, d. h. sein Zuckergehalt dabei gleich bleibt oder größeren Schwankungen unterworfen ist, scheint noch nicht ermittelt zu sein.

Abgesehen von der allgemein herrschenden Temperatur hat auch die Tageszeit einen gewissen Einfluß auf die Stärke des Saftausflusses. So berichtet *Th. Hartig* von einer Birke, welche von 5 Uhr morgens bis Mittag 3½ Pfund Saft, von Mittag bis abends 6 Uhr nur 1½ Pfund und von 6 Uhr bis zum andern Morgen 2 Pfund Saft lieferte.

Die Ahorne hören in der Regel am Spätnachmittag und in den Abendstunden ganz auf zu bluten.

Es kann aber auch vorkommen, daß zu gewissen Zeiten nicht nur kein Saft ausfließt, sondern Flüssigkeit von den Bohrlöchern angesaugt wird. *Th. Hartig* fand so einen Wechsel von 1½ Atm. Überdruck (beim Bluten) und 1½ Atm. Unterdruck (während des Ansaugens). Höchst wahrscheinlich hängt dies zusammen mit größerer oder geringerer Wasserkapazität des Holzkörpers bei wechselnden Temperaturen.

Wir kommen damit auf die schwierige Frage der

c) Ursachen des Blutens.

Wie wir gesehen haben, sind nicht alle Baumarten in gleichem Maß zur Ausscheidung von Blutungssaft befähigt.

R. Hartig unterscheidet geradezu zwei Gruppen von Bäumen: Bluter und Nichtbluter¹⁾.

Erstere — zu ihnen gehören die Ahorn- und Birkenarten, Buche, Hainbuche, Eiche u. a. — nehmen mit ihren Wurzeln den ganzen Herbst, Winter und Frühling hindurch Wasser auf, soweit sie daran nicht durch Frost und Trockenheit des Bodens gehindert werden. Bei ihnen erreicht der Wassergehalt des Holzes — bei minimalem Transpirationsverlust — oft schon um Weihnachten sein Maximum, oft aber auch später, wenn die oberen Bodenschichten durchwärmt sind.

Bei den Nichtblutern — zu denen unsere Nadelbäume²⁾ gehören — ist, wie *R. Hartig* ausführt, die Wasseraufnahme im Winter äußerst beschränkt. Richtiger wird wohl sein, daß diese Bäume, insbesondere die immergrünen Nadelhölzer, zwar auch im Winter Wasser aufnehmen, daß aber diese Wasseraufnahme durch die beträchtliche Wasserabgabe an den immergrünen

¹⁾ Anatomie und Physiologie der Pflanzen, 1891.

²⁾ Übrigens bluten (nach *Wieler*) auch die Nadelhölzer etwas.

Nadeln im Gleichgewicht gehalten wird, so daß es nicht zur Anhäufung von Wasser im Holzkörper kommt. Wenigstens lehrt ein im Botanischen Garten zu Dresden angestellter Versuch¹⁾, daß bei den Nadelhölzern die Wasseraufnahme durch die Wurzeln auch im Winter — außer bei heftigem Frost — niemals vollkommen ruht. Werden Nadelbäume — als Versuchspflanzen dienten *Chamaecyparis* und *Thuja*arten — im Herbst verpflanzt (wobei eine Zerreißen der jüngsten Saugwurzeln unvermeidlich ist) und der Wassergehalt der Flachsprosse von Zeit zu Zeit ermittelt, so zeigt sich, daß letzterer andauernd abnimmt, offenbar infolge der winterlichen Transpiration und des Ausbleibens der Wasseraufnahme durch die (verletzten) Wurzeln, während an Kontrollpflanzen, die nicht im Herbst versetzt worden waren, deren Wurzeln also intakt geblieben waren, der Wassergehalt der Flachsprosse sich den ganzen Winter über nahezu konstant erwies.

Theodor Hartig, der, wie so viele andere Fragen der Physiologie, auch die Erscheinung des Blutens mit wunderbarem Scharfsinn zu ergründen versucht hat, teilt mit, daß, wenn ein Ahornzweig im Winter abgeschnitten und in den warmen Raum gebracht wird, derselbe an der Schnittfläche blutet, auch wenn die letztere nach oben gehalten wird (also entgegen der Richtung der Schwerkraft). Bricht man nun die Spitze ab, so wird das Blutungswasser an der Schnittfläche wieder eingesogen und kommt am entgegengesetzten Ende heraus, d. h. das Blutungswasser gehorcht jetzt den Gesetzen der Schwerkraft. Th. Hartig meint nun, man könnte vielleicht den Saftgewinn beim Abzapfen beschleunigen, wenn man dem angebohrten Baum gleichzeitig die äußerste Spitze nimmt. Dies ist aber wahrscheinlich nicht der Fall; denn Sachs hat in seiner Untersuchung über die „Quellungserscheinungen an Hölzern“ (1859/60) in klarer Weise nachgewiesen, daß das Bluten der Bäume auf zwei Reihen von Ursachen zurückzuführen ist, welche nichts miteinander zu tun haben, wohl aber zusammenwirken können. Die eine Reihe von Ursachen ist in der Quellungsfähigkeit des Holzes, die mit steigender Temperatur fällt, zu suchen. Durch diesen rein physikalischen Faktor allein ist bestimmt der oben geschilderte Austritt von Wasser aus abgeschnittenen Zweigen (im Winter). Darauf ist wohl auch die schon von Du Hamel du Monceau nachgewiesene Tatsache zurückzuführen, daß der Holzkörper der Bäume im Winter mehr Wasser enthält als im Frühjahr während des Blutens.

Die andere (rein physiologische) Ursache des Blutens — und diese dürfte häufig allein wirksam sein — ist in der Eigentümlichkeit der Wurzeln, andauernd Wasser aufzunehmen und dasselbe nach oben zu treiben, begründet. Wenn die junge Pflanze unverletzt, also allseitig ge-

schlossen ist, so tritt ein Maximum von Spannung ein, die Pflanze ist mit Wasser so erfüllt, daß die Wurzel kein neues mehr hineintreiben kann. Sobald aber irgendwo eine Abflußöffnung gemacht wird, so treibt die Spannung das Wasser hinaus, die Spannung mindert sich und die Wurzel kann in ihrer Tätigkeit fortfahren.

Natürlich können sich beide Faktoren so kombinieren, daß sie sich, je nachdem ob sie gleich- oder gegensinnig sind, gegenseitig verstärken oder mehr oder weniger aufheben.

Wenn z. B. durch starke Abkühlung des oberirdischen Teils eines Stammes (kalter Wind!) die Quellungsfähigkeit des Holzkörpers sehr steigt, so reißt dieser alles durch die Wurzeln aufgenommene Wasser an sich — d. h. die Blutung hört auf —, unter Umständen entsteht sogar Unterdruck an der Ausflußöffnung.

Umgekehrt wird bei Erwärmung der infolge des Wurzeldrucks ausfließende Saft um die aus dem Holzkörper frei werdende Flüssigkeit vermehrt.

Zweifelloso tritt der physikalische Faktor des Blutungsdrucks (wechselnde Wasserkapazität des Holzkörpers) im Frühjahr und am Ende des Winters deshalb so besonders stark in Tätigkeit, weil in dieser Jahreszeit die raschen Temperaturwechsel sehr häufig sind, indem plötzliche Temperatursteigerungen einen Teil des gebundenen Wassers schnell frei machen und zum Ausfließen bringen.

d) Praktische Verwertung des Blutungssaftes zur Zuckergewinnung.

Die Frage, inwieweit der im Blutungssaft enthaltene Zucker rein gewonnen werden kann, ist vor etwa 100 Jahren — z. Z. der damaligen Kontinentalsperre — brennend gewesen, aber seitdem, infolge des Aufblühens der Zuckerrübenkultur vollkommen in Vergessenheit geraten. Aus der unten folgenden Literaturzusammenstellung (unter 2) geht hervor, daß man sich damals ernstlich mit der Frage, inwieweit die Baumzuckergewinnung — Ahorn ist offenbar der einzige Baum, der hierfür in Betracht kam — im großen durchzuführen wäre, beschäftigt hat. Insbesondere die Schrift von F. Kail ist in dieser Hinsicht sehr lehrreich. Aus ihr können alle für die Ahornzuckergewinnung wichtigen Gesichtspunkte entnommen werden. Sie ersetzt uns vielleicht sogar umständliche und zeitraubende Versuche, die infolge der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit doch nur unvollständig sein könnten.

Die Versuche, die in der gräflich Czerninschen Herrschaft Neuhaus (Böhmen) angestellt wurden, erstrecken sich auf 6 Jahre, 1811—1816.

Es wurden dabei folgende — in Kürze zusammengefaßte — Erfahrungen gesammelt. Es ist zweckmäßiger, an einem und demselben Baume mehrere kleine und nicht sehr tiefe als 1—2 größere tiefgehende Bohrlöcher anzubringen. Der Vorteil besteht darin, daß die Zuckerwasserernte

¹⁾ Herr Geheimrat Drude hat mir freundlichst erlaubt, auf das Ergebnis seiner Versuche Bezug zu nehmen.

früher beendet ist und daß die Wunden besser ausheilen. Ferner wurde die Erfahrung gemacht, daß schief verlaufende Bohrlöcher eine bessere Ausbeute ergeben als senkrecht (zur Horizontalen) verlaufende. Vermutlich ist dies darauf zurückzuführen, daß dann größere Flächen des (hauptsächlich wasserreichen) Jungholzes freigelegt werden. Aus 1000 Ahornbäumen werden durchschnittlich 100 000—300 000 Maß¹⁾ Zuckerwasser gewonnen, welche etwa 100—300 Zentner Zucker enthalten (je nach der Güte der Ernte).

Im Jahre 1815 z. B. betrug in Neuhaus die Ernte 637 Ztr. Zucker und Sirup; die Kosten für 1 Pfund Zucker wurden auf 10—12 Kreuzer berechnet.

Diese Zahlen zeigen, daß selbst eine Zuckererzeugung im großen aus Ahornsafte nicht auf unüberwindliche Schwierigkeiten stoßen könnte.

Hinderlich ist nur folgendes: Es besteht die Gefahr, daß der ausgeflossene Zuckersaft in Gärung übergeht. Um dies zu vermeiden, müssen die an jedem Tag ausgeflossenen Mengen Zuckerwasser gesammelt und so bald als möglich bis zur Sirupdicke eingedampft werden. Es ist klar, daß dies im großen wegen der gewaltigen zu bewältigenden Flüssigkeitsmengen nicht immer leicht durchzuführen sein wird. Besser wird sich die Sache im Kleinbetrieb machen, wenn nur das aus einer beschränkten Anzahl von Bäumen ausfließende Wasser einzudicken ist.

Da, wie wir gesehen haben, der Zeitpunkt des Beginns des Blutungsflusses sehr unsicher ist und von allen möglichen Umständen abhängt, so empfiehlt es sich, an 1—2 Probabäumen schon sehr zeitig (Ende Januar oder Anfang Februar) Bohrlöcher anzubringen, diese sorgfältig zu beobachten und erst, wenn hier Blutungsfluß eintritt, auch die anderen anzuzapfenden Bäume anzubohren. Allgemein wird geraten, die Bohrlöcher zuerst an der Südseite des Baumes — weil hier die Wärmegegensätze am größten sind — und später erst, wenn nötig, auch noch an der Nordseite anzulegen.

Beim Einkochen des Saftes ist der sich bildende Schaum mit einem Schaumlöffel abzuschöpfen.

Zum Schluß noch einige Worte über die waldbauliche bzw. forstpolitische Seite der Angelegenheit. Vielfach ist behauptet worden, daß die Bäume durch das Anzapfen geschädigt, ja sogar getötet würden.

Diese Befürchtung ist höchstens begründet, wenn junge Bäume auf Zucker genützt werden und an diesen zahlreiche Bohrlöcher angebracht werden. Man soll womöglich nur über 30 Jahre alte Ahorne anzapfen. Wie schon erwähnt, verheilen mehrere kleine Bohrlöcher viel leichter als einige große, dabei ist die Ausbeute ebenso gut oder sogar besser.

Daß aber selbst Jahre lang fortgesetztes An-

zapfen erwachsener Bäume nicht schadet, dafür führt Graf *Sponek* (1811) einige überzeugende Beispiele an; u. a. folgendes:

Ein Bauer in Oslau, J. Herold, 70 Jahre alt, hat (protokollarisch aufgenommen) einen auf seinem Grundstück stehenden Ahornbaum seit seiner Kindheit angebohrt, und da auch sein Vater dies getan hat, so kann die Zeit der Anbohrung auf 80 Jahre angesetzt werden. Der Baum des Herold hatte damals — zur Zeit der Aufzeichnung — ein Alter von 125 Jahren.

Es ist übrigens auch kaum einzusehen, wie durch das Anzapfen eine nennenswerte Beschädigung eines Baumes erfolgen könnte. Denn 1. ist der Verlust an Bildungsmaterial (Zucker) — im ganzen etwa 1—2 kg — so gering, verglichen mit den gewaltigen Mengen von Reservestoffen, die im lebenden Holzkörper und in der Rinde abgelagert sind, daß er kaum ins Gewicht fällt, und 2. hört das Bluten — gewissermaßen automatisch — von selbst auf, wenn die Blätter beginnen zu transpirieren. Mit gleichem Recht könnte man die Befürchtung aussprechen, daß ein Baum, der durch Sturm eine Anzahl Äste verloren hat, sich „verblute“ — und doch wird dies niemand tun.

Natürlich — und das ist die Rechtsfrage — darf niemand einen Baum anzapfen, der ihm nicht gehört, es sei denn, daß ihm vom Eigentümer die Erlaubnis dazu erteilt wurde. Jedes widerrechtliche Anbohren wird als Diebstahl angesehen. So sagt das Kgl. Sächs. Forst- und Feldstrafgesetz vom 26. Februar 1909 § 6 (S. 35):

„Wer aus einem Walde Holz, Harz, Baum-
saft entwendet, wird wegen Forstdiebstahls mit Geldstrafe bis zu dreihundert Mark oder mit Haft bestraft.“

Wichtigste Literatur.

1. Über das Bluten der Bäume überhaupt und seine Ursachen.

Du Hamel du Monceau, Physique des arbres, Übers. von *Schölltenbach*, 1764.

Th. Hartig, Naturgesch. d. forstl. Kulturpflanzen Deutschlands, 1840.

Th. Hartig, Luft-, Boden- und Pflanzenkunde, 1877.

Zwei Abhandlungen des gleichen Verfassers in der Bot. Zeitung, 1852 und 1853.

J. Sachs, Quellungserscheinungen an Hölzern. Bot. Zeitung, 1860.

J. Schröder, Beiträge zur Kenntnis der Frühjahrsperiode des Ahorn. Pringsh. Jahrb. wiss. Bot., 1869—70.

C. Kraus, Weitere Beiträge zur Kenntnis der Blutungserscheinungen. Forsch. aus d. Geb. d. Agrikulturphysik, herausgeg. v. *Wollny*, Bd. X, 1888.

A. Wieler, Das Bluten der Pflanzen, Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, Bd. VI, 1893.

E. Strasburger, Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen, 1891.

W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II., Aufl., I. Bd., 1897.

2. Über Zuckergewinnung aus Ahorn-Blutungssaft. *Ray*, Historia plantarum, London, 1693.

Böhringer, Über Kultur und Benutzung des Ahornbaumes zur Verarbeitung des Saftes zu Rohrzucker. Wien 1810.

Mikau, Zuckererzeugung aus Ahornsafte. Prag 1811.

v. Wahl, Über Zuckergewinnung aus Ahorn in Österreich. Wien 1811.

¹⁾ 1 Maß = ca. 1 l.

Graf Sponek, Über den Anbau.... des Ahorns, mit Rücksicht zur Zuckergewinnung. Heidelberg 1811.
v. Werneck, Anleitung zur Ahornzucht mit Rücksicht auf die Gewinnung von Zucker. Marburg 1815.
F. Kail, Gewinnung des Ahornzuckers. Prag 1837.
Ferner Notizen in folgenden Zeitschriften:
Stahl, Forstmagazin, X, S. 273.
v. Mosers Archiv, XX, 1797, und XXI, 1798.
Leonhard, Magazin, I, 2, S. 34.
Forst- und Jagdzeitung, 1829, u. a.

Die Jahrhundertfeier des Bestehens der Coast and Geodetic Survey der Vereinigten Staaten von Nordamerika 1916.

Von Prof. Dr. A. Galle, Berlin-Potsdam,
Abteilungsvorsteher im Kgl. Geodätischen Institut.

Fast unbeachtet infolge des Weltkrieges ist die Jahrhundertfeier einer der ältesten Institutionen der Vereinigten Staaten Nordamerikas bei uns vorübergegangen. Wenn wir jetzt auf diese am 5. und 6. April 1916 in Washington von der Coast and Geodetic Survey begangene Feier zurückkommen, so liegt der Anlaß dazu in der Veröffentlichung darüber¹⁾, die der zeitige Superintendent *E. Lester Jones* herausgegeben hat und die ihren Weg über den Ozean hierher vor kurzem gefunden hat. Wir haben Grund genug, uns nachträglich den Glückwünschen anzuschließen, die das für die ganze Welt bedeutsame Unternehmen bei dieser Gelegenheit begrüßt haben und uns über seine Entwicklung und seine Ziele an der Hand dieser Gelegenheitschrift Aufschluß zu verschaffen und Rechenschaft zu geben. Denn so verschiedenartig vielfach die Einrichtungen und die Methoden amerikanischer Forschung von den unsrigen sind, so wichtig ist es, sie zu kennen und sie, wenn nicht in allen Punkten nachzuahmen, doch zu beachten und in manchen Beziehungen zum Vorbild zu nehmen.

Dieser abweichende Charakter tritt sogleich in der Tatsache hervor, daß die genannte Survey dem Handelsdepartement unterstellt ist. Allerdings war sie dies nicht immer. Bis 1834 war sie von dem Schatzamt (Treasury) abhängig, dann 2 Jahre von dem Marineamt (Navy), dann wieder lange Zeit vom Schatzamt bis 1903; von da ab wurde sie anfangs dem Handels- und Arbeitsministerium (Commerce and Labour), dann 1913 dem Handelsamt (Commerce) allein untergeordnet. Wir sind geneigt, angesichts der großen wissenschaftlichen Erfolge die Coast and Geodetic Survey nach ihrem zweiten Titel als eine Landesvermessung uns vorzustellen, die in den europäischen Staaten in den Händen der Generalstäbe liegt und bei uns noch unter Friedrich dem Großen nur militärischen Zwecken diene. Die Survey aber verdankt ihre Entstehung nicht so sehr oder nicht allein den Rücksichten auf die Landesverteidigung, sondern noch weit mehr den Inter-

essen des Welthandels und des Handels an den Küsten der Vereinigten Staaten. Um die Schifffahrt vor den Unfällen an den besonders im Osten klippenreichen Gestaden zu sichern, die Anlage guter Häfen zu ermöglichen, den Golfstrom zu ihrer Förderung zu benutzen, der Fischerei, nicht zum wenigsten dem Austernfang hydrographische Unterlagen zu liefern, entschloß sich der Kongreß auf Grund einer weitsichtigen Entschließung des damaligen Präsidenten der Republik Jefferson im Jahr 1807, eine Behörde zu schaffen, welche die Erforschung der Küstengewässer zu ihrer Aufgabe haben sollte. Verschiedene Umstände, sodann der Krieg mit England, der von 1812—1814 dauerte, verzögerten die Ausführung des Beschlusses. Aber die einleitenden Schritte waren geschehen, und man hatte den Mann gefunden, der mit hervorragender Begabung und Willenskraft ausgestattet, die Sache von der rechten Seite anzufassen wußte. Es war ein Schweizer, *Ferdinand Rudolf Haßler*, der 1770 in Aarau als Sohn eines wohlhabenden Uhrmachers geboren, in Bern sich unter *Tralles*¹⁾ (geb. 1763 in Hamburg, gest. 1822 in London) in mathematischen Studien ausbildete.

Tralles war der erste, der eine Vermessung der Schweiz vornahm, bei der *Haßler* ihm beistand, ja sogar eine Grundlinienmessung auf eigene Kosten ausführte. Hierbei sammelte *Haßler* geodätische Kenntnisse und Erfahrungen. Es mutet wie ein Treppwitz der Geschichte an, daß ein Ingenieur aus einem Land, das keine Küsten besitzt, dazu ausersehen war, die Coast Survey in den Vereinigten Staaten zu begründen, deren kontinentale Küstenlänge, einschließlich Alaska, mit allen Einbuchtungen, Inseln und Vorsprüngen auf 150 000 km geschätzt wird. Mit welchem Überblick er an die neue Aufgabe herantrat, bezeugt sein Entwurf über die besten Methoden, die dabei angewendet werden können, der (S. 180—184) aus dem Französischen übersetzt vorliegt. Im Jahre 1811 wurde *Haßler* nach England gesandt, um die notwendigen Instrumente zu besorgen. Es ist erwähnenswert, daß er eingehende Untersuchungen und Vergleichen der mitgenommenen Maßstäbe vornahm, wie er wohl z. T. durch *Tralles*, der an den Beratungen für die Einführung des Metermaßes in Paris teilgenommen hat, in die Methoden der Maßvergleichung eingeführt und mit den beteiligten Persönlichkeiten bekannt geworden ist.

Ja, unter seiner und seiner Nachfolger Aufsicht war das gesamte Maß- und Gewichtswesen der Vereinigten Staaten der Coast Survey unterstellt, bis dann 1901 ein eigenes Bureau of Standards ins Leben gerufen wurde. Ein Bericht von 1832 stellte die Grundsätze auf, die *Haßler* zur Reformierung der Maßangelegenheiten für die Zollämter usw. gab.

Als er 1815 in Washington ankam, brachte er

¹⁾ Centennial Celebration of the U. S. Coast and Geodetic Survey. Washington 1916.

¹⁾ 1810 wurde *Tralles* Professor der Physik in Berlin.

die reichste Sammlung nicht nur von Instrumenten, sondern auch von wissenschaftlichen Büchern mit, die jemals über den Ozean gekommen war. Im Jahre 1816 trat die Survey zuerst in Tätigkeit, tatsächlich aber fand im folgenden Jahre eine Unterbrechung bis zum Jahre 1832 statt, während deren Grenzvermessungen durch Ingenieur-offiziere, auch unter *Haßlers* Mitwirkung, ausgeführt wurden.

Nach seinem Tode sind auf *Haßler* 10 Männer als Superintendents gefolgt, deren Namen zum großen Teil in der Geschichte der Wissenschaft fortleben werden: 1843—1867 *Bache*, 1867—1874 *Benjamin Peirce*, 1874—1881 *Patterson*, 1881 bis 1885 *Hilgard*, 1885—1889 *Thorn*, 1889—1894 *Mendenhall*, 1894—1897 *Duffield*, 1897—1900 *Pritchett*, 1900—1915 *Tittmann*, 1915 *Jones*. Aber neben ihnen wirkten noch andere Männer, deren Namen in der Welt nicht minder bekannt geworden sind, wir erinnern nur an *Schott*, *Hayford* und *Bowie* und an Kapitän *Talcott*, der 1834—1835 als Mitglied des Ingenieurkorps an der Grenzvermessung zwischen Ohio und Michigan teilnahm; ferner war *Peary* der Survey zum Zwecke der Beobachtung der arktischen Gezeiten zugeteilt.

Um nun die Tätigkeit der Coast Survey zu verstehen, müssen wir zunächst ihre ursprüngliche Aufgabe ins Auge fassen.

Die Erforschung der Küsten und Küstengewässer und die Beschaffung der für die Schifffahrt nötigen Hilfsmittel ist allmählich mit der Größe der Schiffe gewachsen. Auf besonderen Schiffs-expeditionen — erst auf Segelschiffen, dann auf Dampfschiffen — wurden anfangs nur durch Lotungen die Verhältnisse des Meeresbodens festgelegt, später wurden durch Schleppen von Drähten, deren Länge bis 6 km betrug und die durch Schwimmer in gewünschter Tiefe gehalten wurden, Klippen und andere Unebenheiten des Meeresgrundes aufgefunden. Die Lage der durch folgende Lotungen ermittelten Untiefen, Austernbänke und dergl. wurden dann durch Vermessungen in ihrer örtlichen Lage zur Küste bestimmt. Solche Beobachtungen und die Küstenvermessungen selbst wurden in gewissen Zeiträumen wiederholt, um die Karten für die Seefahrer auf dem Laufenden zu erhalten. Es wurden ferner die Orte für Leuchtfeuer, Baken und Tonnen aus- gesucht und festgelegt. Die Untersuchungen der Meeresströmungen und die an denselben Punkten, deren Zahl sich auf 5000 beläuft, öfters wiederholten magnetischen Beobachtungen dienten den Zwecken der Schifffahrt auf hoher See. Diesen Unternehmungen steht die Erforschung der Meeresgezeiten nahe. Den Untersuchungen von *Ferrel* 1874 folgten die Arbeiten von *Harris*, wobei das Gezeitenphänomen, das man anfangs allzu theoretisch als eine die ganze Erde umlaufende Gezeitenwelle aufgefaßt hatte, mehr lokalisiert wurde. Indem man die Wellenbewegungen in mehr oder weniger scharf abgegrenzten Gebieten betrachtete,

gelangte man zu Ergebnissen, die mit den tatsächlichen Verhältnissen gut harmonieren.

Bald nach dem Bürgerkrieg (1861—1864) genehmigte der Kongreß eine geodätische Verbindung zwischen den Küsten des Atlantischen und Stillen Ozeans. Es kam hierdurch die größte Längengradmessung zustande, die von einem einzigen Staate in einheitlicher Weise unternommen worden ist. Sie hat der Survey selbst für die Methoden der Rekognoszierung, der Triangulation und die Rechenmethoden neue Anschauungen gebracht und Wege gewiesen. Vor allen Dingen hat sie verschiedene gesondert gemessene Gebiete vereinigt. Dieser Bogen in 39 Grad Breite (also gerade in dem Parallel, in dem später die Breitenstationen zur Bestimmung der Schwankungen der Erdachse angelegt worden sind), der mehr als 48 Längengrade umfaßt, hat — und hierin liegt seine universelle Bedeutung — für unsere Kenntnis der Erdgestalt einen bedeutsamen Beitrag geliefert. Es war eine Folge dieses Unternehmens, daß die geodätische Arbeit der Survey mehr in den Vordergrund trat und äußerlich zeigte sich dies in ihrer Benennung, indem aus der Coast Survey die Coast and Geodetic Survey hervorging. Gerade die Bedeutung des Ergebnisses für die Erdmessung hatte seine notwendige Ergänzung durch Breitengradmessungen zur Folge. Zunächst wurde jener östliche Bogen gemessen, welcher den Golf von Mexiko mit der Fundy-Bay verband, der die erste größere schräg zum Meridian gelegte Gradmessung ist und der zugleich die getrennten Vermessungsgebiete an der Küste des Atlantischen Ozeans zu verbinden bestimmt war. Mit dieser großen Vermessung ist dauernd der Name von *Charles Schott* verbunden, der 50 Jahre hindurch bei der Survey tätig, diese Arbeiten und Rechnungen in erster Linie zur Vollendung brachte und dadurch die Einheitlichkeit des ganzen Unternehmens verbürgte.

Je mehr sich in der Folge die großen Gradmessungen ausdehnten, um so mehr trat das Bedürfnis hervor, sie auf einen einheitlichen Ausgangspunkt zu beziehen, der ihre Lage und ihre Orientierung auf der Erdoberfläche bestimmte. Dieser als Standard Datum bezeichnete Punkt wurde dann auch von Canada und Mexiko angenommen, so daß seine Benennung seit 1913 in North America Datum abgeändert wurde.

Die zahlreichen astronomischen Bestimmungen, die der Survey verdankt werden, lieferten in Verbindung mit den geodätischen das Material, um jene Ausgleichung der Lotabweichungen zu berechnen, die zur Feststellung der Isostasie der Erdkruste führte. Schwerkräftmessungen schlossen sich an, die das mit den Lotabweichungen ermittelte Resultat bestätigten.

Wir haben bereits den Namen *Talcott* erwähnt, der die von dem Dänen *Horrebow* zuerst angegebene Methode der astronomischen Breitenbestimmung in Aufnahme brachte; die Beteiligung der Coast and Geodetic Survey an der Beobach-

tung der Breitenänderungen auf dem Parallel von Washington durch die beiden Observatorien in Ukiah (Kalifornien) und Gaithersburg (bei Washington), die 17 Jahre in Tätigkeit waren, brachte dieser Methode ihre wichtigste Verwendung.

Sodann dürfen wir nicht vergessen, daß die astronomischen Längenbestimmungen bereits unter *Bache* sich zuerst des elektrischen Telegraphen bedienten, und daß auch die Längenbestimmungen mit Benutzung der Kabel amerikanischen Ursprungs sind.

Die geodätischen Messungen der Grundlinien durch die Survey sind durch eigenartige Apparate ausgezeichnet, von denen derjenige von *Woodward*, der die Meßstangen in Eis lagert, als einer der vollkommensten angesehen wird. Da indessen seine Anwendung schwierig und kostspielig ist, so bedient sich die Survey der Stahlbänder, in Abänderung der von dem Schweden *Jäderin* erfundenen Drahtmessungen, und ist neuerdings dazu übergegangen, das von Temperaturänderungen fast unbeeinflusste Invar an Stelle des Stahls für ihre Bänder zu verwenden. Von großer Ausdehnung ist das Nivellementsnetz der Vereinigten Staaten, welches abgesehen von seiner praktischen Bedeutung die Höhenlage der trigonometrischen Punkte, der Grundlinien und der Küsten gegeneinander festgelegt hat.

Wenn wir zum Schluß noch einen Rückblick auf die Tätigkeit der Survey von einem allgemeineren Gesichtspunkte werfen, so tritt bei allen Unternehmungen ein Grundsatz hervor, der auch von einem der Redner bei der Hundertjahrfeier besonders hervorgehoben wurde: Die besten Ergebnisse bei den geringsten Kosten! Uns erscheint es befremdlich, wenn die Geschwindigkeit der Messungen und die geringen Kosten für den Kilometer immer wieder in den wissenschaftlichen Veröffentlichungen erwähnt werden. Offenbar sind diese Bemerkungen in bezug auf die Bewilligungen des Kongresses von Wichtigkeit, und in dieser Kontrolle einzelner wissenschaftlicher Arbeiten durch eine parlamentarische Körperschaft liegt ebenfalls ein wesentlicher Unterschied gegen die europäischen Verhältnisse. Eine zweite Schwierigkeit ergibt sich für die amerikanischen Arbeiten durch eine gewisse Konkurrenz verschiedener Organisationen. Tatsächlich wird die Gefahr, daß dieselben Arbeiten von zwei getrennten Ressorts doppelt ausgeführt werden, durch die Verständigung der betreffenden Behörden in der Regel vermieden, wenigstens scheint dies in dem Verkehr der Coast and Geodetic Survey und der Geological Survey der Fall gewesen zu sein, von denen die letztere oft die topographischen Aufnahmen derselben Gebiete zu bearbeiten hat. Im Gegenteil haben sich diese beiden Vermessungsinstitute gegenseitige Förderung und Unterstützung angedeihen lassen, indem die bürokratische Abgrenzung der verschiedenen Verwaltungsgebiete in den Vereinigten Staaten wohl weniger ausgebildet ist, als in unserm Staatswesen. Daß aber Schwierigkeiten

vorgelegen haben, geht aus einer Vorlage der National Academy von 1878 hervor, welche sämtliche Vermessungsbehörden, deren es zu der Zeit 5 gegeben zu haben scheint, unter die Oberleitung der Coast and Geodetic Survey stellen wollte, ein Antrag, der vom Kongreß indes abgelehnt wurde.

Daß die Survey mit sehr reichen Mitteln und einem großen Stab von Mitarbeitern rechnen kann, ist ein Vorzug, den sie vor den meisten Staatsinstituten der Alten Welt voraus hat. Auf diese Weise setzen die Leistungen der amerikanischen Organisationen uns oft in Erstaunen; eine vergleichende Wertschätzung der Methoden und Ergebnisse mit denen europäischer Unternehmungen liegt dem Zweck dieser Zeilen fern, doch dürfen wir darauf hinweisen, daß auch vielfach Männer dabei tätig gewesen sind, die aus europäischen Staaten stammen; es sei nur an *Hilgard* erinnert, der, ein Deutscher von Geburt, nicht weniger als 40 Jahre hindurch seine Dienste der Survey weihte, die leider seine unzuverlässige Amtsführung als Superintendent beendigte. Der hervorragende Anteil, den die Schweiz bei der Gründung der Coast and Geodetic Survey gehabt hat, ist bei der Jahrhundertfeier dadurch zum Ausdruck gekommen, daß der Schweizer Gesandte in Washington als einziger Vertreter eines fremden Staates zugegen war und insbesondere *Hassler's* Verdienste würdigte. Nicht ohne Interesse liest man im gegenwärtigen Augenblick die philosophisch durchwehte Ansprache des Präsidenten der Vereinigten Staaten, der als letzter der Festredner auftrat. Die mit zahlreichen Abbildungen und den Porträts der Superintenden ten ausgestattete Festschrift enthält außer den Reden und Vorträgen verschiedener Gelehrten auch interessante geschichtliche Dokumente.

Kleine Mitteilungen.

Die Trockenprodukte der Kartoffel. Zehn Prozente der Kartoffelernte gingen früher durch Fäulnis, Atmung und Keimen der Kartoffeln verloren. Deshalb spielt die Kartoffeltrocknung, welche sich rasch zu einer neuen Industrie entwickelt hat, in der gegenwärtigen Kriegszeit eine sehr bedeutende Rolle. Den Hauptnährwert der Kartoffel bildet die Stärke, welche im Mittel 18 % derselben beträgt. Die 25 Prozente Trockensubstanz der Kartoffel setzen sich zusammen aus Stärke, Zucker, Rohfaser, Fett, Stickstoffsubstanzen (Eiweiß und Amiden) und Asche. Die Wassermenge beträgt demnach durchschnittlich 75 %. Bei der Herstellung der Trockenprodukte wird viel Wasser verdampft, indem die Trockenkartoffeln nur 15 % besitzen. Dadurch erhöht sich der Gehalt an Kohlehydraten (namentlich Stärke) auf 72 bis 77 % und der niedere Eiweißgehalt der Rohkartoffeln von 2 auf beiläufig 6 %. Deshalb wird durch Herstellung der Trockenprodukte nicht nur eine unbegrenzt lange Aufbewahrung der Kartoffel möglich, sondern es nimmt auch deren Nährwert infolge Anreicherung an Kohlehydraten und Eiweiß zu. — Vor der Trocknung werden die Rohkartoffeln sorgfältig gewaschen und dann in Streifen, sogenannte Schnitzel, oder Scheiben geschnitten, wenn

man es nicht vorzieht, die gewaschenen Kartoffeln mit Dampf zu kochen und den Kartoffelbrei zu trocknen. Bei der Erzeugung von *Kartoffelschnitzeln* gelangen dieselben aus der Schnitzelmaschine in eine eiserne Trockentrommel. Dieselbe rotiert sehr langsam und besitzt im Innern, je nach dem betreffenden System, verschiedene Einrichtungen, welche die Schnitzel heben und wenden, wobei sie gleichzeitig zum Ausgang der Trommel befördert werden. Die zur Trocknung verwendeten Feuergase werden durch Verbrennung von Koks erzeugt. Diese Trockner führen die Bezeichnung „*Allestrockner*“, da sie auch zur Trocknung von Kartoffelkraut, Rübenblättern oder von Rübenschnitzeln verwendbar sind. — Ein zweiter Weg der Trocknung ist die Erzeugung von *Kartoffelflocken*. Die gedämpften (gekochten) Kartoffeln werden dem Trockenapparat zerkleinert zugeführt. Der Trockenapparat ist entweder ein Ein- oder Zweiwalzentrockner, dessen Trockenwalzen mit Dampf von 3 bis 5 Atmosphären Spannung geheizt sind. Nach fast einmaliger Umdrehung der Walzen ist der Kartoffelbrei getrocknet und wird durch gegen dieselben gerichtete Abschabmeser in Form von Schleiern abgenommen. Letztere fallen in eine unter dem Trockenapparat angebrachte Kühltrommel, welche sie zu Flocken zerkleinert, die durch einen Elevator auf den Lagerboden befördert werden. Um die Kartoffelflocken als Nahrungsmittel brauchbar zu machen, muß man aus ihnen die Schalenteile der Kartoffeln entfernen. Hierauf wird das Produkt zu *Flockengrieß* oder *Kartoffelwalzmehl* zermahlen. Die Zahl der Maschinenfabriken, welche Walzentrockner zur Erzeugung von Kartoffelflocken bauen, ist eine große und Prof. Weinwurm führt die bekanntesten Firmen an. Er gibt auch eine Rentabilitätsberechnung über eine Kartoffelflockenfabrik mit einer Verarbeitung von 600 Zentnern Rohkartoffeln in 24 Stunden, aus der hervorgeht, daß unter normalen Verhältnissen eine Verzinsung des Kapitals mit 16½ % möglich ist.

Weinwurm führt die Resultate der Versuche von Völitz an, aus denen hervorgeht, daß Kartoffelflocken und -schnitzel die gleichgute Verdaulichkeit zeigen, und zwar wurden von Schweinen und Schafen 96 % der organischen Substanz und von Rohprotein bis 81 % verdaut, so daß die Trockenkartoffeln zu den höchstverdaulichen Futtermitteln gehörten. Durch Fütterungsversuche an Pferden von O. Kellner in den Jahren 1908/09 ergab sich die Möglichkeit, ein Drittel von Hafer oder Mais durch Trockenkartoffeln zu ersetzen, so daß gegenwärtig auch Trockenkartoffeln zur Pferdefütterung angewandt werden, ohne daß hierbei die Leistungsfähigkeit dieser Tiere herabgesetzt erscheint. Eine ganz hervorragende Rolle zur menschlichen Ernährung spielt das aus den Kartoffelflocken erzeugte *Kartoffelwalzmehl* als Zusatz bei der Brotbereitung. Nach Stoklasa ist dessen Trockensubstanz zu 92 bis 94 % verdaulich.

Jetzt sind sämtliche Erzeugnisse der Kartoffeltrocknerei beschlagnahmt und an die *Trocken-Kartoffel-Verwertungsgesellschaft m. b. H.* in Berlin abzuliefern, welche den Handel mit diesen Produkten besorgt. (E. Weinwurm, *Prometheus*, Jahrg. XXVII, Nr. 49, 50.)

W.

Über den Einfluß der Hefe, speziell Nährhefe auf die Harnsäureausscheidung. Es gibt zahlreiche Mitteilungen über die Verwendung der Nährhefe als Fleischersatz, aus denen hervorgeht, daß Mengen von 20 bis 30 g (= ca. 11 bis 16 g Eiweiß) sich leicht in der Nahrung unterbringen

lassen. Da jedoch Prof. Salomon Angaben über die Wirkung der Hefe und der Nährhefe auf den *Purin-stoffwechsel* aus der Literatur nicht bekannt waren, so hat er diesbezüglich an zwei Personen (einem Mädchen im Alter von 17 Jahren und einem Mann im Alter von 30 Jahren) Versuche angestellt. Dieselben ergaben, daß bei Darreichung von *Hefebrot*, welches nach den Angaben von Prof. Jalowetz (Wien) (Chemikerzeitung Nr. 87, 40. Jahrg.) aus 92 % Roggenmehl und 8 % Nährhefe hergestellt worden war und 15,4 % in der Trockensubstanz Protein enthielt, sowie durch reine Nährhefe eine deutliche Vermehrung der Harnsäureausfuhr im Harne entsteht. Nach Stutzer sind ein Viertel der Eiweißkörper der Hefe Nukleine. Deshalb wird die Steigerung der Harnsäureausfuhr durch Hefe relativ größer sein als bei einer entsprechenden Zufuhr von Fleischiweiß. Für je 100 g Mehrzufuhr an Fleisch wird eine Mehrausfuhr von 0,09 g Harnsäure gerechnet (v. Noorden, Schliep). Bei einer der beiden Versuchspersonen betrug der Mittelwert der Harnsäureausfuhr bei purinfreier Kost 0,4 g. Bei 100 g Nährhefe war diese Ausfuhr 1,28 g, demnach eine Zunahme von 0,88 g. Für je 10 g Nährhefe (= ca. 5,55 g Eiweiß) beträgt dieselbe 0,088 g. Es vermehren demnach 10 g Nährhefe die Harnsäureausfuhr fast ebenso wie 100 g Fleisch. Prof. Salomon folgerte daraus, daß Gichtiker oder Leute mit Harnsäuresteinen sich vom Genuß hoher Nährhefemengen enthalten sollen. Ferner hält er es für geraten, bei Gicht und uratischer Diathese mit Backpulver bereitete Brote und Kuchen den mit Hefe hergestellten vorzuziehen. (H. Salomon [Wien], *Münchener Medizinische Wochenschrift* 63 Jahrg., Nr. 13.)

W.

Die Bedeutung der Nährhefe als Nahrungsmittel. Verfasser gibt in kurzem bekannt, wie es zur Herstellung der sogenannten Mineralhefe kam. Des weiteren führt er die Versuche Schottelius' an, Nährhefe als Nahrungsmittel zu benützen (siehe Referat „Naturwissenschaften“ IV. Jahrg., 28. Heft) und geht schließlich auf die eigenen Erfahrungen über die Verwendung von Nährhefe in der obengenannten Klinik über, wo dieselbe regelmäßig in der Küche verwendet wird. Die nach den Kochrezepten des Instituts für Gärungsgewerbe in Berlin zubereiteten Suppen hatten einen sehr guten Geschmack, und von den mehr als tausend Leuten, welche diese Suppen aßen, hatte niemand an ihrem Geschmack Anstoß genommen, im Gegenteil, die Suppen fanden bei den Patienten der 1. bis 3. Klasse, bei den Ärzten und Angestellten sowie bei den Soldaten der Lazarettabteilung einen guten Anklang. Die Veröffentlichung ist gegen jene des Dr. Schrumpf gerichtet, welcher in dem Artikel „Die Nährhefe als Nahrungsmittel“ (Münchener medizinische Wochenschrift 1916, Nr. 8) die Verwendung der Nährhefe als Fleischersatz vollständig abgelehnt hat, indem es ihm nicht gelang, 80 g Hefe, welche 200 g Fleisch ersetzen sollten, teils in Brot verbacken, teils in Kartoffelgemüsebrei zu sich zu nehmen, da er sich erbrechen mußte. Wintz führt diesen Mißerfolg auf die Menge der Hefe und nicht auf das Präparat selbst zurück. Er sagt: „Der Geschmack der Nährhefe ist ein derartiger, daß dieselbe in einem Suppenggericht von 5 Tellern Suppe mit 50 g sehr gut verwendet werden kann, so daß eine Person 10 g Nährhefe im Teller Suppe leicht zu sich nimmt. Setzt man eine gleiche Suppenmahlzeit für abends an, so sind allein durch die Suppe, ohne irgendwelchen aufdringlichen Geschmack hervorzurufen, 20 g Nährhefe gleich 11 g Eiweiß dem Körper einverleibt worden. Eine

solche Menge hat die Küche der Frauenklinik Erlangen wochenlang ihren Patienten vorgesetzt, ohne daß jemand aus den verschiedenen Bevölkerungsschichten an der Suppe irgendetwas ausgesetzt hätte.“ Da nun der tägliche Eiweißbedarf eines Erwachsenen jetzt mit nur 60 bis 65 g angenommen wird, so erscheint der sechste Teil derselben durch diese Suppe gedeckt. Wintz verweist darauf, daß die Suppen, welche in den breiten Volksschichten gekocht und gegessen werden, einen minimalen oder gar keinen Nährwert besitzen. Somit bedeutet die Propagierung eines Mittels, welches den Suppen wirklichen Nährwert verleiht, viel. Auch die bürgerliche Küche wird dankbar die Nährhefe aufnehmen, denn sie gestattet die Herstellung schmackhafter Suppen ohne Fleischbrühe. Was die Menge der dem Körper zuzuführenden Nährhefe anbetrifft, sagt Wintz, so muß der goldene Mittelweg eingehalten werden, und es hängt von dem einzelnen ab, wie weit man die Hefezufuhr steigern kann. In der Küche der genannten Universitätsklinik konnte man bis 20 g Hefe in der Suppe auf einmal verabreichen, ohne auch nur eine Spur des Widerwillens bei den Patienten zu erregen. Damit ist im Höchsthalle $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ des täglichen Eiweißbedarfs durch Nährhefe gedeckt. Auf diese Weise kann bei der herrschenden Fleischknappheit eine Streckung der Fleischvorräte durch *teilweisen* Ersatz des Suppenfleisches erfolgen. Wintz empfiehlt schließlich ärztlicherseits mit gutem Gewissen die Nährhefe. (H. Wintz, *Münchener Medizinische Wochenschrift* 63. Jahrg., Nr. 13.) W.

Über die Kälteindustrie im Kriege macht L. Hirsch in der Chemiker-Zeitung 1916, Seite 273—276, 294 bis 296 interessante Mitteilungen. Die sogenannten Kältdampfmaschinen, die mit Ammoniak, Kohlensäure oder Schwefeldioxyd arbeiten, sind so vervollkommen, daß sie für 1 PS, die zum Antrieb der Maschine dient, bis zu 3500 WE stündlich leisten. Rechnet man im Mittel 20 Pf. Kosten für 1 PS, so kann man für 1 M. einen stündlichen Kältebetrag von 17 500 WE erzeugen. Mit derselben Summe könnte man in einer Heizanlage die zehnfache Menge WE stündlich erzielen, woraus sich ergibt, daß die Herstellung „negativer“ Wärme erheblich teurer ist, als die Erzeugung „positiver“ Wärme. Die Kälteerzeugung hat trotzdem einen ungeahnten Aufschwung genommen wegen ihrer Bedeutung für die Erhaltung der dem Verderben ausgesetzten Waren. — Im Kriege hatte sich die Kälteindustrie zunächst mit der Aufbewahrung der Fleischvorräte zu befassen. Die Schlachtung von 10 Millionen Schweinen im Frühjahr 1915 stellte ungeahnt große Aufgaben. Es galt zu untersuchen, wieweit sich die vorhandenen Kühllhäuser der Schlachthöfe und Brauereien zum Einfrieren von Fleisch eignen und wie die in 2—3 Monaten zu errichtenden Neubauten beschaffen sein sollten. In den Kühlhallen, wie sie fast alle deutschen Städte bereits besaßen, kann das Fleisch bei $+2^{\circ}$ bis $+4^{\circ}$ C und etwa 75 % Luftfeuchtigkeit bis zu 6 Wochen freihängend aufbewahrt werden. Der Gefriervorgang erfolgt bei -6° bis -8° C unter starker Luftbewegung. Zur Lagerung selbst genügen -4° bis -6° C. Dabei können auf 1 qm Grundfläche in einer Stapelhöhe von 3 m bis zu 1000 kg Fleisch aufbewahrt werden, wogegen bei der üblichen Kühllagerung nur 150 kg auf 1 qm untergebracht werden konnten, weil hierbei die Fleischstücke sich nicht berühren dürfen. Gefrierlager sind deshalb erheblich wirtschaftlicher als Kühlhallen. Von größter Wichtigkeit ist das richtige Auftauen des Gefrierfleisches, was in gut bewegter, etwas trocke-

ner Luft bei $+3^{\circ}$ C erfolgen soll. Viele Städte haben im Kriege Gefrieranlagen geschaffen. Zum Einfrieren eignet sich jegliches Fleisch. Wichtig ist auch die Kaltlagerung von Butter, Eiern, Obst und Gemüse. Die große Ausfuhr von Obst (Bananen) aus Amerika und Australien wäre ohne Kältetechnik unmöglich. —

Von anderen Anwendungsgebieten der Kälteerzeugung ist die Sprengstofffabrikation zu nennen; namentlich bei der Herstellung des Nitroglyzerins durch Abkühlung des Nitriergegemisches unter 0° C wird die Explosionsgefahr sehr vermindert. Der steigende Kriegsbedarf hat eine große Reihe von Kühlanlagen neu geschaffen. Auch die Munitionskammern der Schiffe kühlt man künstlich, um das Pulver vor Zersetzung und Selbstentzündung zu schützen. Wichtig sind die Festungskühlanlagen; sie ermöglichen dem Verteidiger, den Widerstand viel länger auszudehnen, weil alle dem Verderben unterliegenden Nahrungsmittel länger frisch erhalten werden können. Auch Rußlands Festungen waren mit großen Kälteanlagen ausgerüstet, die aus Deutschland stammten; eine entsprechende Anlage war zu Kriegsbeginn für Kowno versandbereit.

K. H.

Die Gewinnung von Baumwoll-Ersatzfaser aus Lupinenstroh wurde bisher noch sehr gegensätzlich beurteilt. Vor allem war die Ausbeute meist noch sehr gering. Auch die Kriegerohstoff-Gesellschaft kam bei ihren Versuchen über die Verarbeitung des Lupinenstrohes auf Faser zu so ungünstigen Ergebnissen, daß sie von weiteren Versuchen absah. Neuerdings wurden vom Ministerium für Landwirtschaft die Versuche wieder aufgenommen: Bei diesen gelang es schon durch einmaliges Kochen mit verdünnter Lauge die Faser zu gewinnen; außerdem kann man die Strohrückstände durch weiteres Kochen zu einem brauchbaren Strohkraftfutter verarbeiten. Das einmal gekochte Lupinenstroh muß allerdings vor der Fasergewinnung zunächst getrocknet werden. Durch weitere Versuche will man die Faser in nassem Zustande zu gewinnen suchen. Auch hofft man, die Ausbeute wesentlich zu steigern. Jedenfalls scheint sich jetzt die Gewinnung der Faser aus Lupinenstroh mit gleichzeitiger Herstellung von Strohkraftfutter (wenigstens unter den gegenwärtigen Verhältnissen) vollkommen zu lohnen. Die gewonnene Faser ist der Jute- faser an Festigkeit noch erheblich überlegen. Bei Versuchen von Prof. Reinke (Braunschweig) wurde neuerdings schon eine Faserausbeute von 7 % erzielt.

B. H.

Die Berliner Rieselfelder. Dr. K. Rasch erörtert in einem Buche über den städtischen Eigenbetrieb und die Kleinverpachtung u. a. besonders die Gemüselandverpachtung und -verwertung der Berliner Rieselfelder in ihrer eigenwirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Bedeutung. Er kommt dabei zu dem Ergebnisse, daß die Abwässerreinigung auf den Berliner Rieselfeldern erst dann zu einem volkswirtschaftlich bedeutsamen Unternehmen wird, wenn die Verpachtung von Gemüseland so weit ausgedehnt wird, wie es die sichere Lösung der Aufgabe einer Unschädlichmachung der Abwässer gestattet. Die Untersuchungen verdienen volle Beachtung. Hierbei sollte u. E. auch das neue Friedersdorffsche Verfahren einer verstärkten Bodendurchlüftung in Verbindung mit Entwässerungsanlagen (über das von uns schon früher in dieser Zeitschrift näher berichtet wurde) berücksichtigt und sorgfältig geprüft werden. Manche Nachteile, die bei der Rieselung von Abwässern leicht eintreten, vor allem baldiges Ver-

schleimmen des Bodens und Verseuchungsgefahren, können weit eher beseitigt werden. Gleichzeitig würde der Boden auch landwirtschaftlich verbessert und die Erträge erheblich gesteigert. *B. H.*

Wechselwarme Tiere. An einigen Wassertieren — Goldfisch, Salamander, Teichmuschel — und Regenwürmern haben *C. G. Rogers* und *E. M. Lewis* neuerdings Versuche darüber angestellt, ob und wie rasch sich diese der wechselnden Temperatur des Wassers anpassen. Sie benutzten dazu ein sehr empfindliches Galvanometer, dessen Zeiger bei Unterschieden von nur 1° C auf einer Skala 238 mm Ausschlag gab, so daß mit Leichtigkeit $\frac{1}{250}^{\circ}$ zu erkennen war. Jedes der beiden Enden des Stromkreises war in ein Glasrohr eingeschlossen; das eine wurde durch den Mund ins Tier eingeführt, das andere so nahe wie möglich neben das Tier ins Wasserbad versenkt, dessen Wärme sich auf Hundertstel Grade bestimmen ließ. Besonders gut eigneten sich die Salamander (*Diemyctylus*): sie wurden meist aus nur 15° warmem Wasser in solches bis zu 35° versetzt und hatten dann bereits 5–10 Minuten später dessen Temperatur fast ganz genau angenommen. Ebenso verhielten sich die Regenwürmer. Erheblich langsamer paßten sich der Wasserwärme Fisch und Muschel an, denn die Unterschiede von nur 3–6° wurden erst in $\frac{1}{2}$ –1 Stunde ausgeglichen. (Genauer s. in *Biol. Bulletin Woods Hole*, Vol. 31, 1916, p. 1 bis 15.)

D. D. Whitney, von dessen Versuchen mit **Rädertieren** wir schon früher (s. 4. Jahrg., 1916, S. 231 und 360) berichteten, hat jetzt in einer kurzen Mitteilung (s. *Biol. Bulletin Woods Hole*, Vol. 31, 1916, p. 113–120) den Beweis geführt, daß die Art *Brachionus pala* sich **experimentell** in ihre Varietät *amphiceros* überführen läßt. Beide Formen unterscheiden sich schon auf den ersten Blick dadurch voneinander, daß erstere rechts und links von der Schwanzwurzel nur je 1 kleinen Dorn trägt, letztere dagegen je einen größeren und außerdem mehr seitlich je 1 großen, im ganzen also 4 Dorne. In einem und demselben Gewässer tritt *B. pala* wesentlich im Frühling, amph. ebenso im Herbst auf, während im Sommer beide zusammen in etwa gleicher Menge vorkommen. Wenn nun *Whitney* dem verdünnten Fleischsaft, worin er seine Zuchten von *B. pala* ausführte, vorher auf je 150 ccm 1–5 Tropfen Wasserglas hinzufügte, so zeigte sich darin schon nach einigen Tagen unter den Jungen je nach der Menge des Zusatzes mehr oder weniger zahlreich die Varietät amph., und gab er gar 10 Tropfen zu, so hatte jedes junge Tier die 4 Dorne. Bei der Rückversetzung in reinen Fleischsaft blieb aber die neue Form nicht konstant, denn ihre Nachkommen wurden wieder zu *pala*. Natürlich legte sich *Whitney* die Frage vor, ob das kieselsaure Natron des Wasserglases direkt die Umwandlung der einen Form in die andere bewirke oder nur einen Reiz liefere, auf den das Rädertier in irgendeiner Weise durch Bildung stärkerer Dorne antworte, muß dies aber unentschieden lassen. Dabei hat er jedoch die basische Reaktion des Wasserglases nicht berücksichtigt und infolge davon nicht geprüft, ob nicht einfach durch irgendein anderes Alkali dieselben Ergebnisse zu erreichen sind. Versuche nach dieser Richtung hin wären also noch zu machen. Im Anschlusse hieran sei noch erwähnt, daß von den europäischen *B. pala* einer der jüngsten Forscher, *R. Sachse* (s. *Internat. Revue Hydrobiol. und Hydrograph*, Leipzig. Biol. Suppl., 3. Serie, 1912,

Nr. 5, S. 77 ff.), teils nach eigenen Untersuchungen, teils nach der Literatur angibt, ein derartiger Variationskreis komme sowohl im Frühling wie im Herbst vor, hänge also nicht von der Temperatur des Wassers, sondern von der Nahrung ab, die den Tieren zu Gebote stehe: je reichlicher sie sei, um so größer die Dorne. Aber experimentell ist *Sachse* leider seiner Vermutung nicht näher getreten. — *Whitney* hat auch bei *Brach. amph.* gefunden, daß je nach der Menge der ihnen in den Kulturen zur Nahrung dienenden grünen *Chlamydomonas* die Weibchen weibliche oder männliche parthenogenetische oder befruchtete Eier lieferten, also ebenso wie er schon früher an *Hydatina* ermittelte. *M.*

Ergebnisse des internationalen Breitendienstes. Vom Zentralbureau der internationalen Erdmessung in Potsdam ist nach Prof. *Albrechts* Tode von Prof. *Wanach* nunmehr der fünfte Band der Resultate des internationalen Breitendienstes herausgegeben worden. In demselben liegen die Beobachtungen von sechs Stationen fertig bearbeitet vor, die Ostamerika, Mittelamerika, Westamerika, Japan, Zentralasien und Italien umfassen, während der Jahre 1909, 1910, 1911 und 1912. Von ganz besonderem Interesse ist das letzte, durch Prof. *Schweydar* angeregte Kapitel, das sich mit der eigentlichen Bahn des Trägheitspoles der Erdschase beschäftigt. Danach ist die etwa 14 monatige Periode der Polbewegung, die zuerst *Chandler* entdeckte (genau sind es 432,8 Tage mit einer Unsicherheit von nur einem halben Tage), nichts weiter als die durch elastische Nachgiebigkeit des Erdkörpers verlängerte allbekannte Eulersche Periode von etwa 11 Monaten, die sich bei der Drehung eines Körpers um eine bewegliche Achse ergibt, und von *Euler* unter der Annahme eines ganz starren Erdkörpers berechnet wurde.

Die Sonnenfinsternis vom 23. Januar d. J. In diesem Jahre ereignen sich außergewöhnlich viele Finsternisse, nämlich vier Verfinsterungen der Sonne (23. Januar, 19. Juni, 18. Juli und 13. Dezember) sowie drei Verfinsterungen des Mondes (8. Januar, 4. Juli und 27. Dezember). Die letzte *partielle Sonnenfinsternis* vom 23. Januar war auch in Europa mit Ausnahme von Spanien, England und dem nordwestlichen Skandinavien sichtbar. Sie fand in den Morgenstunden des 23. Januar statt und ließ den Sonnendurchmesser bis fast $\frac{3}{4}$ seines Betrages durch den zwischen Erde und Sonne sich schiebenden Mond verdeckt erscheinen. Bei uns konnte nur das Ende jener Finsternis gesehen werden, da unser Tagesgestirn am Morgen des 23. Januar bereits verfinstert aufging. Im allgemeinen hat fast durchgehends trübe Witterung die Beobachtung jener Sonnenfinsternis verhindert.

Über einen Kometen in großer Erdnähe berichtet *H. Kritzinger* in der ausgezeichneten, nunmehr auf ein 50jähriges Bestehen zurückblickenden Zeitschrift „Sirius“. Danach muß man annehmen, daß der im Mai vorigen Jahres auf der argentinischen Sternwarte Cordoba entdeckte Komet mit auffallender Schweifentwicklung sowohl der Sonne als auch der Erde sehr nahe gekommen ist. Zur Zeit der größten Erdnähe, die nach der Bahnberechnung nur eine Entfernung von 150 000 km (etwa ein Drittel der Entfernung Erde-Mond) ergab, muß der Schweif jenes Haarsterns sogar unseren Planeten gestreift haben, allerdings ohne irgendwelchen Einfluß, ganz ähnlich wie dies seinerzeit beim Halleyschen Kometen der Fall war, ausgeübt zu haben. *A. M.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 9.

2. März 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Orientierung der Blätter zum Licht bei Pflanzen mit gekreuzter Blattstellung. Von Privatdozent Dr. Hermann Sierp, Tübingen. S. 129.

Die Serologie als Hilfsmittel zur Erkennung von Mikroorganismen. Von Dr. Rudolf Lieske, Heidelberg. S. 133.

Die Anomalie der Wasseroberfläche. Von Agnes Pockels, Braunschweig. S. 137.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Reise im Hochgebirge von Peru. S. 140.

Physikalische und chemische Mitteilungen:

Aus dem Gebiet der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. Die räumliche Verteilung der Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. Pikrinsäure als Vortäuschungsmittel der Gelbsucht. Gewinnung von Aceton durch Gärung. S. 142—144.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 144.

OSRAM-AZO

Das
konzentrierte Licht

bis
2000
Watt

Für Innen- und
Außen-Beleuchtung
hervorragend geeignet
Geringe Kosten bei spar-
samstem Stromverbrauch.
Auergesellschaft,
Berlin O. 17

OSRAM
AZO

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschienen:

Mondphasen, Osterrechnung und Ewiger Kalender

Von

Prof. Dr. Walther Jacobsthal

z. Zt. Hauptmann und Kompagnieführer im Felde

Preis M. 2.—

Vor kurzem erschien:

Darstellung und Begründung einiger neuerer Ergebnisse der Funktionentheorie

Von

Dr. Edmund Landau,

o. ö. Professor der Mathematik an der Universität Göttingen

Mit 11 Textfiguren

Preis M. 4.80

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

Von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort von

Albert Einstein

Preis M. 2.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

2. März 1917.

Heft 9.

Die Orientierung der Blätter zum Licht bei Pflanzen mit gekreuzter Blattstellung.

Von Privatdozent Dr. Hermann Sierp, Tübingen.

Jeder, der offenen Auges durch die Natur geht, kennt das Vermögen der Pflanzen, die Blattflächen in ganz bestimmter Weise zum Licht, meistens senkrecht zu den einfallenden Lichtstrahlen zu orientieren. Wir brauchen ja nur unsere Zimmerpflanzen zu betrachten, etwa ein Geranium, das alle seine Blätter stets zum Fenster richtet und dabei seine Blattflächen den einfallenden Lichtstrahlen senkrecht darbietet. Bringen wir die Blätter aus dieser ihrer Lage heraus etwa einfach dadurch, daß wir den Blumentopf um einen bestimmten Winkel drehen, so werden wir nach einiger Zeit finden, daß die Blätter Bewegungen ausgeführt haben, wodurch sie ihre alte Stellung zum Licht wiedergewonnen haben. Um die rechte Lichtlage zu erreichen,

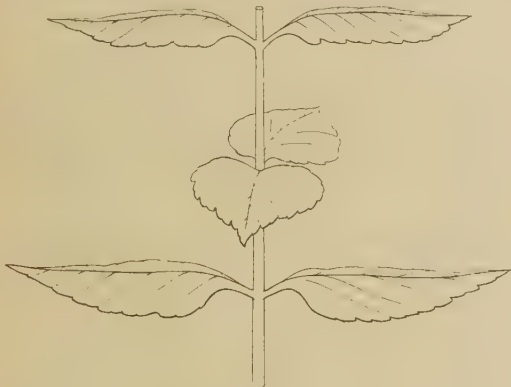


Fig. 1.

genügt oft bereits eine Krümmung des Blattstiels, in sehr vielen anderen Fällen muß zu der Krümmung sich eine Drehung dieses gesellen. Im einzelnen herrscht in dieser Hinsicht bei den verschiedenen Pflanzen große Mannigfaltigkeit. Ein besonderes Interesse dürften die hier zu besprechenden Orientierungsbewegungen haben, die die Pflanzen mit gekreuzter Blattstellung ausführen, also die Pflanzen, bei denen je zwei Blätter sich auf gleicher Höhe gegenüberstehen, bei denen aber jedes folgende Blattpaar gegenüber dem vorhergehenden um 90° verschoben ist, so wie dies auf Fig. 1 zu erkennen ist, die uns das Stück eines Zweiges einer solchen Pflanze darstellt.

Eine Pflanze, die ihre Blätter so gestellt hat, wie dies Fig. 1 zeigt, empfängt das Licht

senkrecht von oben. Denken wir uns nun einmal diesen Zweig in eine andere Lage gebracht, so daß er gezwungen ist, Orientierungsbewegungen auszuführen. Wir könnten einen solchen Zweig etwa horizontal stellen; es kommt aber auf dasselbe hinaus, wenn wir den vertikal gestellten Zweig in seiner Lage lassen und seitlich etwa senkrecht von vorn beleuchten. Wie die Pflanze in einer solchen Lage in den rechten Lichtgenuß kommen kann, ist in den Fig. 2 und 3 wiedergegeben.

Die Fig. 2 zeigt uns, daß die Blätter des oberen und unteren Blattpaares sich einfach um 90° um ihren Blattstiel gedreht haben, dagegen hat von dem mittleren Blattpaar, dessen Hauptachsen parallel zu den Lichtstrahlen standen, das vordere sich senkrecht nach unten und das hintere sich in derselben Weise nach oben gestellt. In dieser Weise lösen manche Pflanzen ihre Aufgabe.



Fig. 2.

So können wir z. B. an den am Boden hinkriechenden Zweigen des Immergrüns oder Sinngrüns (*Vinca*) feststellen, daß alle seitlich inserierten Blätter eine Drehung um den Blattstiel ausgeführt haben, während die nach oben stehenden zurückgeschlagen und die unteren in die Horizontalebene gebogen sind.

Weit häufiger als diese dürfte die in Fig. 3 dargestellte Möglichkeit der Erreichung der rechten Lichtlage sein. Hier liegen alle Blattflächen zueinander parallel in einer Ebene, so daß man auf den ersten Blick meinen könnte, man habe ein fiederförmig geteiltes Blatt vor sich, so wie wir es von der Akazie (*Robinia*) kennen, wo ja alle Blättchen, abgesehen von den Endblättchen, in zwei seitlichen Reihen am Tragzweig sitzen. In unserem Falle hat

sich an den Orientierungsbewegungen das jeweils zwischen zwei Blättern liegende Stengelstück, das Internodium, wie die Botaniker ein solches Stück nennen, beteiligt. Durch Drehung dieser werden die Blattpaare in eine Ebene hinein gebracht und so kommt eine Blattstellung zustande, wie dies in Fig. 3 deutlich zur Anschauung kommt. Solche Internodiendrehungen sind bei höheren Pflanzen recht häufig anzutreffen. In besonders schöner Weise finden wir sie bei einigen unserer gewöhnlichsten Ziersträucher, wie den Geißblattgewächsen (*Lonicera*), dem Pfeifenstrauch oder, wie andere sagen, dem Jasmin (*Philadelphus*), der Deutzie (*Deutzia*) und Diervillee (*Diervillea*), dem Liguster (*Ligustrum*) und dem Hartriegel (*Cornus*) u. a. Die vertikalen Sprosse all dieser Sträucher zeigen die gekreuzte Blattstellung, haben also ein Aussehen, wie dies Fig. 1 zeigt, die horizontalen Sprosse dagegen haben ein solches, wie dies Fig. 3 darstellt. Hier sind durch Torsion der Internodien und der Blatt-

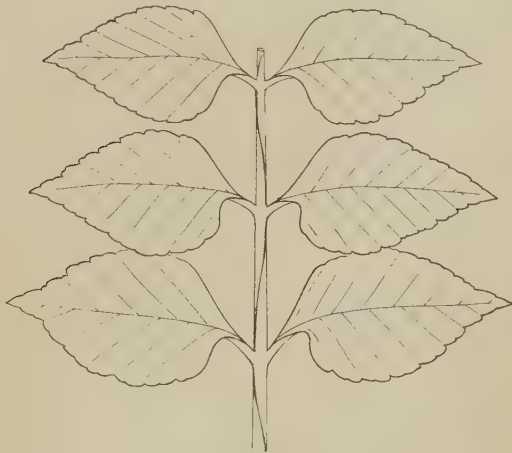


Fig. 3.

stiele alle Blattflächen in die Horizontalebene gebracht. Daß diese zweizeilige Blattstellung hier keineswegs ursprünglich ist, sondern durch Drehungen des zwischen zwei Blättern gelegenen Stengelstückes, des Internodiums also, herbeigeführt ist, erkennt man leicht an dem spiraligen Verlauf der von den Blattansätzen an dem Internodium herablaufenden Rinnen und Kanten.

Bei der Betrachtung der hier zu besprechenden Orientierungstorsionen müssen wir von einem jungen, noch in der Entwicklung sich befindenden Zweig ausgehen, da Zweige, die ihre Entwicklung vollendet haben, keine Drehungen mehr ausführen können. Wir greifen deshalb am besten auf eine Knospe zurück und verfolgen die ganze Entwicklung eines sich entfaltenden Zweiges. In der Knospe stehen natürlich alle Blattpaare gekreuzt. Wir können uns leicht ein Bild einer solchen Knospe machen, wenn wir uns das Diagramm (Fig. 4) einer solchen aufzeichnen, d. h., wir tragen in schematischen Grundrissen der

konisch gedachten Achse die Ansatzstellen (Insertionen) der Blätter der einzelnen Blattpaare ein, wobei der größte Kreis dem ältesten bzw. am weitesten entwickelten Blattpaare, der kleinste dem jüngsten bzw. am wenigsten entwickelten Blattpaare zukommt. Bei Entfaltung der Knospe entwickelt sich demnach zuerst das im Diagramm (Fig. 4) mit 1,1 gekennzeichnete Blattpaar. Die Insertionsebene dieses Blattpaares, d. h. die Ebene, die wir durch die Achse der Knospe und die beiden Ansatzstellen der zugehörigen Blätter gelegt denken können, möge in der Horizontalebene liegen, so daß für sie eine Drehung nicht nötig ist, die gleiche Ebene des zweiten Blattpaares 2,2 liegt dann aber in der Vertikalebene. Die Blätter dieses Paares müssen also eine Drehung von 90° ausführen, um in die Lage der Blätter des vorigen Blattpaares, in die Horizontalebene, zu kommen. Da nun immer nur ein Internodium in Torsion begriffen ist und jedes folgende ruhig in seiner Lage liegen bleibt, bis das vorhergehende die seine vollendet hat, werden alle jüngeren Blattpaare, die den inneren Kreisen entsprechen, bei dieser Drehung des zweiten Blattpaares mit gedreht. Das Diagramm nimmt also nach der ersten Drehung, die das zweite Blattpaar ausführt, eine Form an, wie dies Fig. 5 zeigt. Die Insertionsebene des dritten Blattpaares 3,3 steht jetzt vertikal, und es ist einleuchtend, daß wie diese alle Blattpaare des Zweiges eine

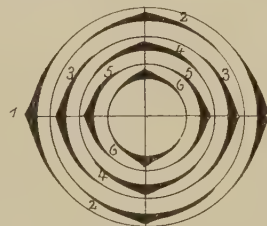


Fig. 4.



Fig. 5.

Drehung ausführen müssen, um eine Blattstellung zu erreichen, wie wir sie an den horizontalen Trieben der oben genannten Sträucher finden und wie dies die Fig. 3 zur Anschauung bringt. Betrachten wir die Riefen und Kanten der einzelnen Internodien genauer, so werden wir feststellen, daß die Drehvorrichtung in den einzelnen aufeinanderfolgenden Internodien abwechselt; erfolgte sie etwa bei dem zweiten Blattpaare in der Richtung des Uhrzeigers, so dreht das dritte Blattpaar im entgegengesetzten Sinne, das vierte wieder im Sinne des Uhrzeigers usw. Um die Blattpaare in die richtige Lichtlage zu bringen, genügt natürlich die Internodientorsion allein nicht, diese bringt die Blattpaarinsertionen in die Horizontalebene. Jedes Blatt muß dann noch eine Drehung im Blattstiel um die eigene Achse ausführen, um die Blattflächen auch horizontal zu stellen.

Um die Ursachen für das Zustandekommen der Internodientorsionen zu ermitteln, führte *de Vries* die folgenden einfachen Versuche aus: Er

entfernte vor dem Eintreten der Torsion das obere Blatt eines Blattpaares; war dies geschehen, so unterblieb die Drehung in dem sie tragenden Internodium. Das gleiche Resultat erzielte er, wenn er beide Blattpaare entfernte. Wurde dagegen das untere Blatt abgeschnitten, so trat die Torsion in normaler Weise ein. Was liegt nach diesen Versuchen näher, als den Drehvorgang rein mechanisch zu erklären, und das Gewicht des oberen Blattes allein für die Drehung verantwortlich zu machen.

Auch eine genauere Schilderung aller einzelnen Bewegungen, die von den Blättern ausgeführt werden, legt einem eine mechanische Erklärung nahe. Man könnte zunächst ja annehmen, daß in jedem Zustand des Drehvorganges die beiden Blattpaare sich das Gleichgewicht halten, daß also niemals ein Kräfte-moment nach irgendeiner Seite vorhanden sei. Das ist aber nicht der Fall, wie eine genaue Betrachtung des Drehvorganges sofort zeigt. Die Insertionsebene eines jungen Blattpaares steht ja, wie wir hörten, immer vertikal. Dabei liegen die jungen Blattflächen vorn über der Knospe zusammenge-faltet mit den Oberseiten nach innen in der Horizontalebene. Was oberes und was unteres Blatt ist, hängt natürlich einzig und allein von der Drehrichtung des vorderen Blattpaares ab. Während Internodium und Blatt wachsen, erhebt sich das obere Blatt vom unteren und bildet mit der Achse des Internodiums einen immer größer werdenden Winkel. Ist ein Winkel von nicht ganz 90° erreicht, so sehen wir als erstes Zeichen der Internodientorsion ein. Neigen nach rechts oder links. Gleichzeitig hiermit beginnt das obere Blatt sich in dem meist nur sehr kurzen Blattstiel um den eigenen Mittelnerv zu drehen. Das untere Blatt ist bei diesen Bewegungen des oberen Blattes ruhig in seiner Knospenlage verblieben, liegt also mit seiner Oberseite nach oben in der Horizontalebene. Nun aber wird die Drehung des Internodiums vollends durchgeführt und damit ist natürlich auch eine passive Bewegung des unteren Blattes mitgegeben. Erst mit diesem gewaltsamen Entfernen aus seiner Ruhelage beginnt das untere Blatt sich nunmehr auch aktiv an den Bewegungen zu beteiligen, die notwendig sind, um die Blätter in die rechte Lichtlage zu bringen, es dreht sich in der gleichen Weise wie das obere Blatt um seinen Mittelnerv und hebt sich vom Sproß ab, um schließlich, wenn die Internodien-drehung und die eigene Drehung vollendet ist, mit diesem den gleichen Winkel wie das obere Blatt zu bilden. Durch dieses Abheben entsteht natürlich nun auch beim unteren Blatt ein mechanisches Moment, das aber erst mit dem Erreichen der Ruhelage so groß ist wie das des oberen Blattes. Wir sehen also, daß in der Tat durch das alleinige Erheben des oberen Blattes und dessen Überneigen nach der einen Seite ein wohl zu beachtendes mechanisches Moment geschaffen

wird. Ein im indifferenten Gleichgewicht befindliches Kräftepaar ist nur am Schluß vorhanden, wo ja auch die Bewegung zur Ruhe kommt.

Sollte wirklich das Gewicht des oberen Blattes die Ursache für die Internodientorsion sein, so ließe sich auch ganz leicht die abwechselnde Links- und Rechtsdrehung erklären. Wir brauchen nur annehmen, daß bei einer Drehung die Horizontalebene nicht ganz genau erreicht würde, so daß etwa das linke Blatt etwas nach oben und das rechte etwas nach unten stände. Dadurch käme das nächste Blattpaar nicht genau in die Vertikalebene zu stehen. Die Insertion läge in unserem Falle etwas nach links, womit eine Linksdrehung gegeben wäre. Für das nächste Blatt-paar gilt dann aber genau das Umgekehrte, die Insertionsebene des oberen Blattes liegt hier nach rechts, womit eine Torsion nach rechts verbunden wäre usf.

Eine mechanische Erklärung hat in der Tat sehr etwas Bestechendes an sich. Und doch kann man zeigen, daß sie nicht aufrecht erhalten werden kann und daß ganz andere Ursachen für die Drehung in Betracht kommen.

Wenn wirklich das Gewicht des oberen Blattes für die Drehung verantwortlich ist, so liegt die Frage nahe, ein wie großes Gewicht denn noch hinreicht, um die Drehung herbeizuführen. Durch partielles Abschneiden der Blattflächen läßt sich dieses Gewicht ja leicht bestimmen. Gerade im Hinblick auf die Abschnideversuche *de Vries'* dürften diese Versuche interessieren. Es muß natürlich bei diesen Versuchen mit der Tatsache gerechnet werden, daß während des ganzen Drehvorganges das Blatt wächst und infolgedessen schwerer und schwerer wird.

Wurde von dem oberen Blatte etwa ein Drittel abgeschnitten, so trat die Internodientorsion in normaler Weise ein, dagegen unterblieb die Drehung, wenn die Hälfte des oberen Blattes beseitigt wurde. Sie trat hinwiederum ein, wenn nicht nur von dem oberen, sondern gleichzeitig auch von dem unteren Blatt die Hälfte abgeschnitten wurde. Diese letzten Versuche sprechen keineswegs, wie man auf den ersten Blick meinen könnte, für die Auffassung, daß das Gewicht des oberen Blattes als Ursache in Frage kommt. Das untere Blatt ist ja bei dem eigentlichen Torsionsvorgang, wie wir festgestellt haben, gar nicht beteiligt. Wenn die Drehung unterbleibt, sobald die Hälfte des oberen Blattes beseitigt und das untere unversehrt geblieben ist, dagegen eintritt, wenn die Größe des unteren Blattes auf die des oberen gebracht ist, so sagt uns dieser Versuch, daß im ersteren Falle das untere Blatt durch sein Gewicht die Drehung verhindert hat. Das statische Moment des unteren Blattes ist ja anfänglich gleich Null. Mit dem Einsetzen der Torsion wird aber dieses, wie wir ja hörten, größer und größer, um in der Ruhelage gleich dem des oberen Blattes

zu sein. Schneiden wir das obere Blatt halb weg, so verringern wir das statische Moment des oberen Blattes um die Hälfte. In diesem Falle bekommt das untere Blatt dann aber sehr bald ein größeres statisches Moment als das obere. Beseitigen wir dieses Hemmnis bei der Drehung, so tritt der normale Drehvorgang wieder ein.

Man wird darüber erstaunt sein, daß die Drehung durch eine so geringe Gegenwirkung aufgehoben wird. Es muß danach die Kraft sehr klein sein, die die Torsion herbeiführt. Die Frage ist aber, ob diese immer so gering ist, ob sie vielleicht nur in diesem Versuch so klein ausfiel, weil wir durch die dem Pflanzenkörper zugefügte Verwundung die Drehkraft so sehr geschwächt haben, daß sie nunmehr nicht mehr imstande ist, eine größere Arbeit zu leisten. Ein dem vorigen entsprechender Versuch, wo wir es unterlassen, an dem oberen Blatt eine so große Verwundung auszuführen, läßt sich ja leicht machen. Wir brauchen nur das Gewicht des unteren Blattes etwa dadurch zu vergrößern, daß wir durch dasselbe verschiedene schwere Nadeln hindurchstecken. Nunmehr vermag in der Tat das obere Blatt eine im Verhältnis viel größere Arbeit zu leisten, es kann neben der Ausführung der Torsion des Internodiums noch ein Gegengewicht überwinden, das wohl 3- bis 4 mal so schwer ist, als sein Eigengewicht.

Aus diesem Versuch folgt ja schon mit Sicherheit, daß es eine in der Pflanze liegende Kraft ist, die die Drehung des Internodiums herbeiführt. Um nun aber ganz sicher zu gehen, wurde noch der naheliegende Versuch ausgeführt, das Gewicht des oberen Blattes ganz auszuschalten. Man kann dies auf doppelte Weise erreichen, einmal dadurch, daß man einfach das obere Blatt entfernt und an seiner Stelle ein gleich großes anderes Gewicht wirken läßt, sodann aber auch dadurch, daß man verhindert, daß das obere Blatt ein mechanisches Moment bildet, indem man etwa einfach das obere Blatt auf das untere mit einigen Nadelstichen festnäht, so daß es sich nicht erheben kann. Diese Versuche führten zu keinem anderen Ergebnis. Das an Stelle des oberen Blattes angebrachte Gewicht mußte zum mindesten doppelt, ja in den meisten Fällen sogar 3- bis 4 mal so groß sein wie das des abgeschnittenen Blattes, um mechanisch eine Torsion herbeizuführen. Wurde das obere Blatt dagegen auf das untere geheftet, so trat in jedem Falle die Torsion ein.

Wenn das Gewicht des oberen Blattes, wie wir sahen, als Ursache der Torsion nicht in Frage kommt, so ist ein doppeltes noch möglich: Entweder kann die Torsion in inneren Organisationsverhältnissen der Pflanzen begründet sein, oder aber äußere Faktoren wirken auf das Wachstum der hier in Frage stehenden Organe so ein, daß eine Torsion entsteht. Alle Versuche, das Vorhandensein der ersten Möglichkeit festzustellen,

verliefen ergebnislos, wohl aber zeigten die angestellten Versuche sehr bald, daß hier die zweite Möglichkeit zutrifft.

Die Tatsache, daß die Internodientorsion immer an Horizontaltrieben auftritt, legt uns den Versuch nahe, einmal einen Horizontaltrieb vertikal und einen Vertikaltrieb horizontal zu richten. Die Drehung trat nun sofort ein, wenn man vertikale Triebe horizontal stellte, und hörte sofort auf, wenn horizontal gewachsene Zweige vertikal gerichtet wurden. Man könnte zunächst die Schwerkraft im Verdachte haben, daß sie hier im Spiele sei. Wenn diese für sich allein imstande wäre, eine Drehung eines Internodiums herbeizuführen, so müßte eine solche auch eintreten, wenn wir den Zweig ins Dunkle bringen und sich hier entwickeln lassen. Das geschieht nun aber nicht. Es ist also sicherlich das Licht an dem ganzen Vorgang wesentlich mitbeteiligt.

Ob trotz dieses Versuches die Schwerkraft beim Zustandekommen der Drehungen mitwirkt, ist nicht leicht zu sagen. Pflanzen auf den Klinostaten gebracht und einseitig beleuchtet, tordierten in den Internodien in vollkommen normaler Weise. Da wir es hier aber mit *dorsiventralen Organen*¹⁾ zu tun haben, will das Eintreten einer Drehung an dem gleichmäßig rotierten Klinostaten nicht viel sagen, da *Fitting* und *Kniep* zeigten, daß auf diesem bei dorsiventralen Organen die Schwerkraftswirkung nicht eliminiert ist. Wir können also zurzeit nicht sagen, ob und welcher Anteil der Schwerkraft beim Zustandekommen der Internodientorsionen zukommt.

Es kann dagegen keine Frage sein, daß das Licht bei der Drehung eine Hauptrolle mitspielt. Wo wird nun aber der Lichtreiz perzipiert? Aus den Untersuchungen *Vöchtings* über die Lichtstellung der Laubblätter wissen wir, daß für gewöhnlich bei den Laubblättern dieser Reiz in den Blattflächen aufgenommen wird und von hier in den Blattstiel geleitet wird. Verfahren wir hier in derselben Weise, wie dies *Vöchting* bei seinen Versuchen tat, und verdunkeln wir das Internodium, also die Stelle, wo die Drehung in die Erscheinung tritt, so finden wir, daß dadurch auch hier die Drehung in keiner Weise behindert wird. Es gilt also auch von den Internodientorsionen das, was *Vöchting* für die Torsionen der Blattstieldrehungen nachgewiesen hat.

Beleuchten wir nunmehr einen Zweig diffus etwa in der Art, daß wir einen in der Entwicklung begriffenen Horizontalzweig in einen Kasten stecken, der vorn und hinten offen ist und dessen übrige vier Wände mit Spiegelglas ausgekleidet sind, wobei wir den verwandten Zweig parallel zu diesen vier Wänden orientieren, so tritt die

¹⁾ Ein dorsiventrales Organ ist ein solches, das rings um die Längsachse nicht gleichmäßig gebaut ist, sondern einen Gegensatz verschiedener Seiten, eine Rücken- und Bauchseite erkennen läßt, die voneinander verschieden sind.

Drehung der Internodien nicht ein. Für das Eintreten der Drehung ist also einseitige Beleuchtung notwendig. Was lag nach dieser Erkenntnis näher, als nunmehr das Licht in den verschiedensten Richtungen auf die Zweige der hier in Frage stehenden Pflanzen einfallen zu lassen.

Wir beleuchten einen Zweig von unten. In diesem Falle hebt sich das untere Blatt vom Sproß ab, während das obere in seiner Lage verbleibt. Das untere Blatt biegt sich nun aber ganz zurück, so daß seine Oberfläche dem Licht zugewandt ist; eine Drehung der Internodien ist überflüssig und tritt auch nicht ein. Wenn wir bei einem normal von oben beleuchteten Zweig das obere Blatt in derselben Weise zurückbiegen, daß es eine Stellung einnimmt wie im vorigen Versuch das untere, so unterbleibt auch bei einem von oben beleuchteten Zweig die Torsion. Es konnte festgestellt werden, daß die Drehung immer unterbleibt, wenn die Lichtstrahlen die Oberseite des Blattes treffen; eine solche tritt nur ein, wenn die Unterseite von den Lichtstrahlen getroffen wird. Verhindern wir bei einem von unten beleuchteten Zweig, daß das untere Blatt sich in der geschilderten Weise zurückbiegt, so tritt bei den meisten Pflanzen die Torsion ein. Nur beim Pfeifenstrauch (*Philadelphus*) unterblieb auch dann die Torsion. Bei den meisten der hier in Betracht kommenden Pflanzen ist also sowohl unteres wie oberes Blatt imstande, den Lichtreiz für die Drehung aufzunehmen. Wird der Zweig von unten beleuchtet, so ist eben das untere Blatt das reizempfangende und veranlaßt die Drehung, vorausgesetzt natürlich, daß die Lichtstrahlen die Unterseite des Blattes treffen. Bei den *Philadelphus*-arten dagegen scheint nur das obere Blatt den Reiz aufnehmen zu können. Das untere Blatt wird hier aber sofort reizaufnahmefähig, sobald wir es in die Lage des oberen bringen. Welches Organ reizaufnahmefähig wird, hängt demnach von der Lage zur Schwerkraftsrichtung ab.

Wir verstehen nun auch, warum jedesmal dann die Drehung unterbleibt, wenn das obere Blatt abgeschnitten wird, und warum dagegen die Drehung eintritt, wenn das untere beseitigt wird. Mit dem Abschneiden des oberen Blattes beseitigen wir mehr als nur ein mechanisches Moment, wir entfernen mit ihm das Organ, welches den Reiz für die Drehung aufnimmt. Wir können die Drehung nach Abschneiden des oberen Blattes bei allen Pflanzen außer *Philadelphus* herbeiführen, wenn wir den Zweig von unten beleuchten und dabei sorgen, daß die Lichtstrahlen die Unterseite des unteren Blattes treffen.

Die weiteren angestellten Versuche vermögen uns nichts Neues mehr zu sagen, alle liefen auf das gleiche Resultat hinaus, weshalb ich mir es ersparen kann, an dieser Stelle auf dieselben einzugehen.

Die Serologie als Hilfsmittel zur Erkennung von Mikroorganismen.

Von Dr. Rudolf Lieske, Heidelberg,
Dozent der Botanik an der Universität.

Die Serologie hat sich in den letzten Jahren mit großer Schnelligkeit zu einer neuen Wissenschaft von größter Bedeutung entwickelt. Welchen unersetzlichen Wert die Serologie heute für die medizinische Praxis darstellt, ist allgemein bekannt. Aber auch auf rein wissenschaftlichem Gebiete, z. B. zur Erforschung der natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse niederer und höherer Organismen kann die Serologie vorzügliche Dienste leisten. Untersuchungen in dieser Richtung sind leider noch verhältnismäßig wenig ausgeführt worden, es ist aber mit Bestimmtheit zu erwarten, daß in einiger Zeit die Serologie in den anderen biologischen Wissenschaften eine ebenso bedeutende Rolle spielen wird wie in der Medizin. Im folgenden sei eine kurze Darstellung der gebräuchlichsten serologischen Methoden und die Möglichkeit ihrer praktischen Anwendbarkeit gegeben.

Das Wesentliche für die Ausführung serologischer Untersuchungen ist das Vorhandensein eines spezifischen Immunsersums. Wir gewinnen dasselbe, indem wir einem Versuchstier (am besten einem Kaninchen) eine Aufschwemmung der betreffenden Organismenart in die Blutbahnen einspritzen. Pathogene Mikroorganismen müssen natürlich zu diesem Zwecke vorher abgetötet werden, da sonst das Versuchstier in kurzer Zeit verenden würde. Nichtpathogene Formen dagegen können im lebenden Zustande zur Immunisierung verwendet werden. Die eingespritzten Fremdkörper werden im Blute des Versuchstieres in verhältnismäßig kurzer Zeit vollständig aufgelöst, die Einspritzung muß zur Erzielung genügend hochwertiger Immunsere in bestimmten Zeitabständen mehrmals wiederholt werden.

Wenn in einen Tierkörper irgendwelche Mikroorganismen oder deren Stoffwechselprodukte eindringen, so erzeugt derselbe Abwehrstoffe, welche die schädigende Wirkung der Fremdkörper aufzuheben bestrebt sind. Diese Abwehrstoffe, mit denen wir wertvolle Reaktionen ausführen können, sind im Blutserum in größerer Menge enthalten. Wir können dieselben leicht gewinnen, indem wir dem Versuchstier Blut abnehmen und das Serum nach Absetzenlassen des Blutkuchens durch Zentrifugieren von den noch darin enthaltenen Blutkörperchen befreien. Das so gewonnene Immunsere wird in genau abgestuften Verdünnungen zu den Untersuchungen verwendet.

Die Agglutination.

Im Blute der Versuchstiere werden bei der Immunisierung neben anderen Abwehrstoffen Agglutinine gebildet, das sind Stoffe, die fähig

sind, die zur Immunisierung verwendeten Mikroorganismen zusammenzukleben. Immunisiere ich also ein Versuchstier mit Typhusbazillen, so wird im Blutserum ein Stoff enthalten sein, der imstande ist, in einer homogenen Aufschwemmung von Typhusbazillen die einzelnen Bazillen zusammenzukleben, so daß sie, zu kleinen Flocken vereinigt, zu Boden sinken, in einer Aufschwemmung von Cholerabazillen dagegen wird dasselbe Serum keinerlei Wirkung haben. Da die Agglutination bei genügend starken Serumwerten mit bloßem Auge sichtbar ist, können wir also mit dieser Methode bestimmte Mikroorganismen makroskopisch und ohne Kulturversuche von anderen unterscheiden, was praktisch von größtem Werte ist.

Bei Erkrankung an Typhus, Paratyphus und Ruhr ist eine Erkennung der Infektion auf rein bakteriologischem Wege nicht möglich. Die Krankheitserreger lassen sich zwar aus Blut, Stuhl und Urin (bei Ruhr nur aus Stuhl) nicht

bracht wird, sich die Bakterien überhaupt nicht mehr auffinden lassen. Entnehmen wir einem solchen Patienten etwas Blut und bringen in das verdünnte Blutserum eine Aufschwemmung von Bakterien, so wird diejenige Bakterienart, welche die Krankheit des Patienten verursacht hat, von seinem Blutserum agglutiniert werden. Diese Methode (die Widal-Grubersche Reaktion) ist jetzt im Kriege von erhöhter Bedeutung, da bei Massenuntersuchungen die zur bakteriologischen Untersuchung gebrauchten teuren Nährböden gespart werden können.

Immunisiere ich ein Versuchstier mit einer Reinkultur von grünen Algen, z. B. *Stichococcus bacillaris*, so lassen sich dieselben von dem Immunserum ebenso agglutinieren wie Bakterien. (Siehe Fig. 1 und 2.) Die Sera sind bei Algen ebenso spezifisch wie bei Bakterien, wir können also mit Serum von *Stichococcus bacillaris* nur *Stichococcus*, nicht etwa auch *Chlorella*-Algen agglutinieren. Es liegt kein Grund vor anzu-

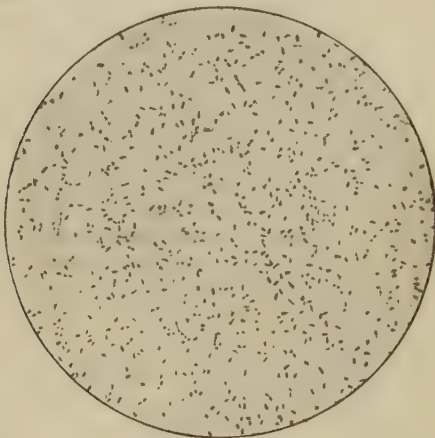


Fig. 1. Aufschwemmung einer Reinkultur von *Stichococcus bacillaris* in normalem Kaninchenserum. Verd. 1: 200. (Phot. Seibert Obj. 3, Ok. III.)

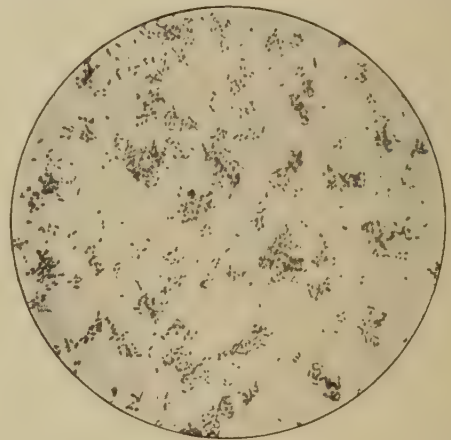


Fig. 2. Schwache Agglutination von *Stichococcus bacillaris*. Serumverd. 1: 200. (Phot. Seibert Obj. 3, Ok. III.)

schwer isolieren, und wir können dieselben auf Grund morphologischer und physiologischer Eigenschaften von anderen nicht pathogenen Darmbakterien leicht unterscheiden, eine völlige Sicherheit der Diagnose ist aber auf diesem Wege niemals möglich. Um eine sichere Entscheidung treffen zu können, müssen wir die Agglutination zu Hilfe nehmen. Wenn wir z. B. ein wenig von einer Bakterienkultur, die sich kulturell wie Typhus verhält, in einem Tropfen Typhusimmunserum verreiben, so können wir den Stamm nur dann als Typhus bezeichnen, wenn Agglutination eintritt. Bleibt dieselbe aus, so können wir die Bakterien, trotzdem sie sich kulturell ganz wie Typhusbakterien verhalten, doch nicht als solche bezeichnen.

Umgekehrt können wir mit Hilfe der Agglutination Infektionskrankheiten erkennen, ohne die Krankheitserreger selbst zu isolieren. Das ist namentlich bei Ruhr von Wichtigkeit, da häufig dann, wenn das Material zur Untersuchung ge-

nehmen, daß andere Mikroorganismen wesentlich anders reagieren als Bakterien und Algen. Hier ist jedenfalls noch ein aussichtsreiches Feld für weitere Untersuchungen.

Das wichtigste bei der Agglutination ist, daß die Immunsera spezifisch sind, daß ich also z. B. mit Typhusserum nur Typhusbazillen, nicht auch Cholerabazillen agglutinieren kann. Nahe verwandte Organismenarten werden aber in schwächerem Maße mitagglutiniert, was einerseits bei nicht genügend exakter Arbeit in der Praxis stören kann, andererseits aber die wissenschaftlich höchst interessante Tatsache ermöglicht, daß mit Hilfe der Agglutination die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse von Mikroorganismen festgestellt werden können.

Die Komplementbindung.

Theoretisch und praktisch etwas komplizierter ist die Methode der Komplementbindung, die in weiteren Kreisen bekannt ist in der Form der

Wassermannschen Reaktion zur Diagnose der Syphilis. Es würde hier zu weit führen, genauer auf die Theorie der Methode einzugehen, es sei nur kurz angedeutet, wie dieselbe praktisch ausgeführt wird. Die Methode der Komplementbindung hat sich zur Untersuchung der Verwandtschaftsverhältnisse niederer Algen als sehr geeignet erwiesen und gibt wesentlich schärfere Resultate als die Agglutination.

Zur Ausführung der Versuche braucht man zunächst ein Antigen, das ist der Stoff, welcher im Tierkörper die Ursache zur Abscheidung des spezifischen Abwehrstoffes ist. Bei Syphilisuntersuchungen verwenden wir zu diesem Zwecke ein Extrakt aus syphilitischen Organen (Leber) eines Menschen. Bei Versuchen mit grünen Algen kann man z. B. eine Aufschwemmung derselben in Kochsalzlösung als Antigen verwenden, bei Strahlenpilzen konnte eine Sporenaufschwemmung mit Erfolg benutzt werden. Die Aufschwemmungen haben aber den Nachteil, daß der Lösungsprozeß infolge der Trübung durch die Organismen nicht gut beobachtet werden kann. Bei Strahlenpilzen muß die Menge der Aufschwemmung außerdem sehr genau austitriert werden, da ein zuviel den Lösungsprozeß verhindert, was eine positive Reaktion vortäuschen kann. In solchen Fällen verwendet man besser als Antigen ein Extrakt der Organismen in Kochsalzlösung, das die angegebenen Nachteile nicht aufweist.

Zur Ausführung der Versuche braucht man zweitens einen Antikörper. Derselbe ist neben anderen Abwehrstoffen in dem spezifischen Immunserum enthalten, das durch Injektion von Mikroorganismen im Tierkörper entsteht. Bei Syphilitikern findet er sich im Blutserum. Das Serum muß vor dem Versuch inaktiviert, d. h. eine Stunde lang auf 55 Grad erhitzt werden, damit es sein Komplement verliert.

Der dritte Bestandteil zur Ausführung der Reaktion ist das Komplement. Das Komplement ist ein in jedem normalen Serum enthaltener Körper, der sehr thermolabil ist und bei 55 bis 60 Grad zerstört wird. Für den Versuch verwendet man am besten normales Meerschweinchen Serum, da die Sera anderer Tiere zuweilen ziemlich stark Hammelblutkörper auflösen.

Viertens braucht man für die Untersuchungen Hammelblutkörper. Frisches Hammelblut wird durch Schütteln mit Eisendrehspänen defibriniert, das Serum wird hierauf mit Kochsalzlösung ausgewaschen und die Blutkörper werden abzentrifugiert. Für den Versuch verwendet man eine 5 prozentige Aufschwemmung in 0,85 prozentiger Kochsalzlösung.

Fünftens braucht man für den Versuch einen Ambozeptor, das ist Kaninchenserum, das Hammelblutkörper stark auflöst. Es wird dadurch gewonnen, daß man einem Kaninchen wiederholt Hammelblutkörper in die Ohrvene einspritzt. Dieses Serum, das in frischem Zustande

Hammelblutkörper sehr stark auflöst, wird durch Erwärmen auf 56 Grad seines Komplements beraubt und verliert damit die Fähigkeit, die Hammelblutkörper aufzulösen.

Das Prinzip der Reaktion ist nun kurz folgendes: Wir bringen zunächst Antigen + Antikörper + Komplement in ein Reagenzglas und fügen später Ambozeptor + Hammelblutkörper zu. Der Ambozeptor löst Hammelblutkörper, wenn er freies Komplement zur Verfügung hat. Andererseits ist ein Antikörper in Verbindung mit seinem homologen Antigen imstande, freies Komplement zu binden. Die Hammelblutkörper bleiben also ungelöst, wenn Antigen und Antikörper homolog sind, d. h. wenn der Antikörper bei der Immunisierung von derselben Organismenart hervorgebracht wurde, die das Antigen darstellt. Dann wird nämlich das Komplement von ihnen gebunden, und der später zugesetzte Ambozeptor findet kein freies Komplement mehr vor. Die Reaktion ist in diesem Falle positiv.

Sind Antigen und Antikörper nicht homolog, so tritt keine Bindung des Komplementes ein. Dasselbe kann sich mit dem später zugesetzten Ambozeptor vereinigen und ist dadurch imstande, die Hammelblutkörper aufzulösen. Die Reaktion verläuft in diesem Falle negativ.

Zur weiteren Erläuterung des Vorganges sei ein praktisches Beispiel einer Untersuchung mit einzelligen Grünalgen angegeben. Wir benützen ein hochwertiges Kaninchenserum von *Stichococcus bacillaris* in einer Verdünnung von 1 : 100 als Antikörper. Dazu verwenden wir in einem Falle ein Algenextrakt von *Stichococcus bacillaris*, im anderen Falle von *Protococcus viridis*. Im ersten Falle sind das Antigen und der Antikörper homolog, sie vermögen also das zugesetzte Komplement zu binden, so daß beim Zusatz des hämolytischen Systems (Hammelblutkörperchen + Ambozeptor) kein Komplement mehr frei ist und die Blutkörper deshalb nicht mehr zur Lösung kommen können, d. h. die Reaktion ist positiv.

Im zweiten Falle, wenn wir als Antigen *Protococcus*-Extrakt verwenden, sind Antigen und Antikörper nicht homolog, sie vermögen daher das zugesetzte Komplement nicht zu binden. Das Komplement kann sich mit dem Ambozeptor vereinigen und die Hammelblutkörper werden aufgelöst, d. h. die Reaktion ist in diesem Falle negativ.

Die Methode der Komplementbindung gibt sehr genaue Resultate, sie erfordert aber größere Übung und vor allem die exakteste Ausführung zahlreicher Kontrollen, da sonst leicht Irrtümer vorkommen können. Nahe verwandte Arten ergeben ebenfalls wie bei der Agglutination eine Mitreaktion, so daß auch diese Methode zur Erforschung natürlicher Verwandtschaftsverhältnisse von Mikroorganismen vorzüglich geeignet ist. In der Praxis ist sie für die Erkennung der Syphilis von allergrößter Bedeutung. In einem sehr hohen Prozentsatz von Fällen können wir dadurch, daß wir dem Patienten einige ccm Blut entnehmen

und das Serum untersuchen, mit Sicherheit das Vorhandensein oder Fehlen einer syphilitischen Infektion feststellen, was auf andere Weise, namentlich bei älteren Fällen, oft ganz unmöglich ist. Wir können also damit den Infektionserreger, die *Spirochaeta pallida*, nachweisen, ohne den Organismus selbst zu isolieren.

Für Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse niederer Algen erwies sich die Methode der Komplementbindung als sehr geeignet, bei Untersuchungen mit Strahlenpilzen jedoch weniger, da in diesem Falle durch das Antigen leicht eine Hemmung des Lösungsprozesses verursacht wird.

Die Präzipitation und Konglutination.

Zwei andere Abwehrstoffe, die Präzipitine und Konglutinine, welche bei der Immunisierung von Versuchstieren im Blutserum entstehen, können ebenfalls für Untersuchungen mit Mikroorganismen verwendet werden. Die Präzipitation beruht darauf, daß durch Zusatz eines spezifischen Immunserums zu einem keimfreien, klaren Kulturfiltrat der homologen Organismenart Niederschläge entstehen. Mit normalem Serum oder mit Kulturfiltraten anderer Organismenarten entstehen diese Niederschläge nicht. In der Praxis spielt diese Methode namentlich in der gerichtlichen Medizin eine bedeutende Rolle, zur Erkennung und Differenzierung von Blut verschiedener Tierarten.

Die Methode der Konglutination, welche in der Praxis bisher weniger angewendet wurde, wird ähnlich ausgeführt, nur setzt man zu dem zu untersuchenden Serum noch etwas frisches, nicht inaktiviertes Rinderserum, wobei in positiven Fällen ein ähnlicher, aber stärkerer Niederschlag entsteht wie bei der Präzipitation.

Die beiden vorstehenden Methoden sind besonders interessant deshalb, weil sich gezeigt hat, daß sie vorzüglich geeignet sind zum Nachweis der natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse höherer Pflanzen, wobei man das Antigen leicht als Extrakt der eiweißhaltigen Samen gewinnen kann. Bei Verwandtschaftsuntersuchungen mit niederen Algen wurden mit diesen Methoden keine so guten Resultate erzielt wie mit der Agglutination und der Komplementbindung.

Allgemeine Bemerkungen.

Wie im vorstehenden kurz angedeutet wurde, ist die Serologie ein gutes Hilfsmittel zur Erkennung von Mikroorganismen und zur Feststellung der natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse derselben. Zur Ausführung der Versuche gehört natürlich eine gewisse Erfahrung im serologischen Arbeiten, nur bei peinlichster Exaktheit und genauer Beachtung zahlreicher Kontrollen können einwandfreie Resultate erzielt werden. Es kommt vor allem darauf an, die Stärke der Immunsera genau auszutitrieren und dieselben in der richtigen Verdünnung anzuwenden. Es kann in einem positiven Fall eine negative Reaktion da-

durch vorgetäuscht werden, daß die angewendete Serumkonzentration zu niedrig war, andererseits kann bei zu hoher Konzentration des Immunserums fälschlicherweise ein positives Ergebnis der Reaktion beobachtet werden.

Ein anderer wichtiger, aber bisher oft übersehener Faktor muß noch berücksichtigt werden. Es ist streng darauf zu achten, daß die zu vergleichenden Versuchen angewendeten Mikroorganismen unter möglichst gleichen äußeren Bedingungen kultiviert wurden. Versuche mit grünen Algen ergaben z. B. die sehr bemerkenswerte Tatsache, daß es für den Ausfall der Reaktion durchaus nicht gleich ist, auf welchem Nährboden die Algen gewachsen waren. Algen, die auf organischem Nährboden im Dunkeln gewachsen waren, reagierten wesentlich anders als solche, die im Lichte rein autotroph kultiviert wurden.

Bei exakter Arbeit aber können die serologischen Methoden zweifellos zur Erkennung und Differenzierung von Mikroorganismen vorzügliche Dienste leisten. Auch zum Nachweis der Identität verschiedener Wachstumsformen desselben Organismus kann die Serologie angewendet werden, was praktisch von größtem Werte ist. Bisher sind außer Bakterien besonders Hefen und grüne Algen untersucht worden. Ausgedehnte Versuche mit Strahlenpilzen (Actinomyceten), die äußerst interessante Resultate ergaben, konnten bisher infolge der Zeitverhältnisse nicht veröffentlicht werden.

Wenn wir berücksichtigen, daß auf rein biologischem Gebiete bisher nur verhältnismäßig wenig Untersuchungen mit Hilfe der Serologie ausgeführt wurden, so können wir in Anbetracht des unersetzlichen Wertes, welchen diese Hilfswissenschaft heute in der Medizin erlangt hat, mit Sicherheit erwarten, daß auch für die anderen biologischen Wissenschaften die Serologie noch Großes leisten wird. Wir dürfen uns keinen übertriebenen Hoffnungen hingeben, wir können z. B. nicht erwarten, daß später einmal die ganze Systematik nur auf serologische Untersuchungen gegründet werden kann, die Anwendbarkeit der Serologie hat ihre Grenzen, sie wird aber als Hilfswissenschaft sicher noch große Bedeutung erlangen.

Zur näheren Orientierung auf dem Gebiete können die im folgenden angegebenen Arbeiten dienen.

Literatur.

Gohlke, Die Brauchbarkeit der Serumdiagnostik für den Nachweis zweifelhafter Verwandtschaftsverhältnisse im Pflanzenreiche. Stuttgart und Berlin, 1913.

Janchen, Die Anwendung der Komplementbindungsmethode zur Ermittlung natürlicher Verwandtschaft von Tieren und Pflanzen. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins an der Universität Wien, X. Jahrg., 1912, Nr. 6.

Janchen, Die Methoden der biologischen Eiweißdifferenzierung in ihrer Anwendung auf die Pflanzen-systematik. Ebenda, XI. Jahrg., 1913, Nr. 1 und 2.

Lieske, Serologische Studien mit einzelligen Grün-

algen. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Abt. B, 1916, 3. Abhandlung.

Mez und Gohlke, Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Verwandtschaft der Angiospermen. Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 1913, Bd. XII, S. 155.

Rosenblat-Lichtenstein, Über die Differenzierung von Algen mit Hilfe spezifischer Agglutinine. Archiv f. Anatomie und Physiologie, Physiol. Abt., 1912, S. 415.

Rosenblat-Lichtenstein, Agglutination bei Algen. Ebenda, 1913, S. 95.

Die Anomalie der Wasseroberfläche.

Von Agnes Pockels, Braunschweig.

I. Normale und anomale Flüssigkeitsoberflächen.

Betrachtet man die Oberfläche eines stehenden Gewässers, auf welchem Wind oder Regenfall kleine Wellen hervorruft, so kann es dem aufmerksamen Beobachter nicht entgehen, daß verschiedene Stellen des Wasserspiegels ein sehr ungleiches Aussehen zeigen. Gewisse Gebiete erscheinen stark gekräuselt, während andere danebenliegende Flächen beinahe ganz glatt bleiben, obgleich sie in manchen Fällen dem Winde nicht weniger ausgesetzt sind. Es ist, als ob an einer bestimmten ziemlich scharfen Grenzlinie die Bewegung sich ohne sichtbare Ursache plötzlich bräche.

Wir haben es hier in der Tat mit zwei wesentlich verschiedenen Zuständen der Wasseroberfläche zu tun: dem normalen einerseits, in welchem die Oberfläche dieselbe Beschaffenheit hat wie das Innere der Wassermasse, und andererseits dem anomalen Zustand, wo die Oberflächenschicht abweichende Eigenschaften aufweist, hervorgerufen durch minimale Spuren verunreinigender Stoffe.

Im anomalen Zustande ist die Oberflächenspannung verkleinert und nimmt mit der Größe der Oberfläche zu oder ab. Wird daher ein Oberflächenstück — etwa durch Verschiebung eines schwimmenden Fadens senkrecht zu seiner Längsrichtung — ausgedehnt, ein angrenzendes zusammengeschoben, so entsteht zu beiden Seiten des Fadens eine Spannungsdifferenz, welche die Verschiebung rückgängig zu machen strebt. Die Oberflächenhaut ist gewissermaßen elastisch (*Lord Rayleighs* „superficial viscosity“); sie setzt lokalen Ausdehnungen und Kontraktionen einen Widerstand entgegen, der im normalen Zustande nicht vorhanden ist. Auf diesem Widerstande beruht die Wellendämpfung durch Öl und andere die Anomalie erzeugende Stoffe. Auf dem Teiche wird durch den Wind eine Oberflächenströmung erzeugt, welche die anomale Schicht gegen das eine Ufer zusammendrängt, wohingegen in der Mitte frisches Wasser aus der Tiefe an die Oberfläche tritt. Hier ist die Kräuselung lebhaft, weil jede einzelne Welle von langer Dauer ist; in dem anomalen Gebiete dagegen tritt eine auffallende Beruhigung ein.

Noch zahlreiche andere Merkmale gibt es, durch die sich eine anomale Oberfläche von einer

normalen unterscheidet. Zieht man aus einer anomalen Wasseroberfläche einen benetzten Stab heraus, so strömen auf derselben schwimmende Stauteilchen nach dem Stabe hin und beim Wiedereintauchen von ihm fort, während auf normaler Oberfläche eine schwächere Strömung im umgekehrten Sinne stattfindet. Letztere, die normale Strömung, ist in Übereinstimmung mit derjenigen auf Öl, Petroleum und den meisten anderen Flüssigkeiten.

Ferner hängt die Ausbreitung eines Öl- oder Benzintropfens auf der Wasseroberfläche in einem Gefäße von der Anomalie ab. Eine normale Oberfläche wird durch einen hinreichend großen Tropfen Benzin ganz oder doch größtenteils bedeckt; auf einer anomalen, deren Spannung bei der Verkleinerung abnimmt, kommt infolge dieses Umstandes die Ausbreitung bald zum Stillstand oder findet bei großer Anomalie überhaupt nicht statt.

Die Wirkung eines Luftstromes auf die Wasseroberfläche ist ebenfalls je nach ihrem Zustande verschieden. Bestäubt man die Oberfläche mit einem Pulver, das an sich die Spannung derselben nicht beeinflusst, wie Kohle, Talkum oder Lykopolium, und bläst dann leicht darauf, so gerät auf anomaler Oberfläche das Pulver in Wirbelbewegung, wird jedoch nicht zur Seite gedrängt; auf normaler dagegen entsteht ein staubfreier Fleck, der sich nur langsam oder bei vollkommener Reinheit der Oberfläche gar nicht wieder bedeckt.

Ein noch schärferes Kennzeichen für den normalen Zustand bildet der Wärmestrom. Die Annäherung eines heißen Metallknopfes erzeugt auf normaler Oberfläche einen staubfreien Fleck, weil an der erwärmten Stelle die Oberflächenspannung abnimmt und daher eine Strömung von hier nach außen eintritt; ist aber die Oberflächenspannung vorher im geringsten anomal, so bleibt der Effekt aus.

Das exakteste Mittel zur Erkennung der Anomalie und ihrer Unterschiede ist natürlich die Messung der Oberflächenspannung, und zwar empfiehlt sich zu diesem besonderen Zwecke die Methode der Kohäsionswage. Um die Spannung einer gegebenen Oberfläche in irgendeinem Gefäße zu bestimmen, deren Größe sich bei dem Verfahren nicht verändern soll, bliebe sonst nur noch die Methode der Kapillarwellen, welche jedoch auch für viele der mit der Wage möglichen Untersuchungen zu zeitraubend sein würde. Die Messung des Abreißgewichts größerer Ringe oder Scheiben, wie sie zu genauen absoluten Bestimmungen erforderlich ist, erfordert allerdings auch einige Zeit und verhältnismäßig große Flüssigkeitsoberflächen, da sonst die Flächenänderung beim Heben und Senken des Ringes merklich wird. Man kann sich indessen zu den meisten Beobachtungen einer bequem und rasch zu handhabenden Hilfswage bedienen, einer kleinen Schnellwage, deren sehr leichter, 13 cm langer Wagebalken ein Laufgewicht und eine willkürliche

Skala trägt, deren Zahlenwerte dann mittels einer Reduktionstabelle in Oberflächenspannungen umgerechnet werden. Der kürzere Arm trägt an einem Seidenfaden und einer feinen Drahtöse einen in die Flüssigkeit tauchenden Platindraht-ring von 6 mm Durchmesser, der, so oft er nicht mehr vollständig benetzbar ist, durch kurzes Glühen in einer Spiritusflamme wieder gereinigt wird. Diese einfache Wage wird an einem Stativ aufgehängt, das man hinter dem Experimentiergefäß aufstellt. Man notiert den Teilstrich, bei dem das mit Hilfe eines Drahtes verschobene Laufgewicht gerade noch getragen wird, und kann so die Oberflächenspannung mit der rechten Hand messen, während man sie durch mit der linken ausgeführte Operationen verändert.

So kann man in beliebigen Glas- oder Porzellengefäßen, in welchen man nach dem Einfüllen von Wasser gewöhnlich anomale Oberflächen erhält, beobachten, daß stets beim Herausziehen eines benetzten Körpers das Abreißgewicht größer, beim Eintauchen dagegen kleiner wird. Im ersteren Falle wird die Oberfläche ausgedehnt (schwimmende Teilchen verdünnt), im letzteren zusammengedrängt (der Staub verdichtet). Ebenso steigt die Spannung, wenn aus einem benetzten Gefäße etwas Flüssigkeit ausgegossen wird, da dann die Gefäßwände relativ herausgezogen werden. Sie steigt ferner beim Eintauchen eines unbenetzten Papierstreifens, da auch in diesem Falle der Staub verdünnt wird. Ist aber durch eine dieser Operationen die Spannung einmal normal geworden, hat das Abreißgewicht einen bestimmten Wert erreicht, so kann es nicht weiter erhöht werden.

Um nun die Größe der Oberfläche willkürlich in beliebigem Verhältnis ändern zu können, benutze ich einen Messingtrog von etwa 70 cm Länge, 5 oder 6 cm Breite und 2 cm Tiefe. Derselbe hat unmittelbar über dem Boden ein kurzes durch Kork verschlossenes Abflußrohr und auf der Vorderfläche ist eine Zentimeterskala eingritz. Nachdem der Trog genau bis zum Rande mit Wasser gefüllt ist, wird ein 1—1½ cm breiter Messingstreifen quer darüber gelegt, so daß er mit der Unterseite die Wasseroberfläche berührt. Ein solcher schmaler Metallstreifen bildet eine Scheidewand, welche die beiden Oberflächenhälften selbst bei beträchtlichen Spannungsdifferenzen vollständig voneinander trennt. Man kann sich hiervon überzeugen, indem man auf die eine Hälfte etwas Mehl streut. Dieses breitet sich rasch über dieselbe aus und setzt dabei die Oberflächenspannung stark herab. Verschiebt man nun den Messingstreifen nach rechts oder links, so folgen die Mehlteilchen der Bewegung des Schiebers, bleiben jedoch alle auf der einen Seite desselben, so daß man ihre Dichte (und damit zugleich die der verunreinigenden Substanz) beliebig vergrößern und verkleinern kann¹⁾. Metall

(Messing oder Zinkblech) ist als Material für Trog und Schieber zweckmäßiger als Glas, weil es auch bei guter Reinigung nicht vom Wasser benetzt wird, was gerade eine Hauptbedingung für das Schließen der Scheidewand ist. Auch die größere Wanddicke stört bei einem Glastrog.

Es sei nun die Wasseroberfläche auf der rechten Seite der Rinne zunächst anomal und wir vergrößern sie, indem wir den Schieber nach links bewegen, so steigt die Spannung — und mit ihr das Abreißgewicht — bis zu ihrem Normalwerte, nach dessen Erreichung die fernere Ausdehnung wirkungslos ist. Schieben wir trotzdem die Scheidewand noch eine Strecke weiter nach links und dann zurück, indem das Laufgewicht der Wage auf höchste Belastung gestellt bleibt, so reißt der Ring genau in dem Augenblicke ab, wo der Schieber wieder den Teilstrich erreicht, bei welchem zuerst die Spannung normal wurde.

Die Oberfläche des Wassers ist natürlich auch im normalen Zustande noch verunreinigt, aber erst von einem bestimmten Grade der Verunreinigung ab fängt diese an, auf die Spannung zu wirken.

Ein Maß für den Grad der Verunreinigung einer gegebenen Oberfläche bildet das Verhältnis derjenigen Flächengröße, bei welcher sie gerade anomal bzw. normal werden würde, zur Größe der gegebenen Fläche. Dieses Verhältnis, das kurz als die „relative Anomalfläche“ oder „relative Verunreinigung“ bezeichnet werden möge, ist im normalen Zustande ein echter, im anomalen ein unechter Bruch. Als Meßinstrument für die relative Anomalfläche dient die soeben beschriebene Oberflächenrinne, bei der die Flächengröße einfach der abgelesenen Länge proportional ist.

Hebt man den die Scheidewand bildenden Schieber von der Rinne ab, so tritt im allgemeinen eine lebhafte Strömung von der Seite mit schwächerer zu derjenigen mit größerer Oberflächenspannung ein, durch welche sich die Spannungen ausgleichen. Auch zwischen zwei normalen Oberflächen von ungleicher Verunreinigung finden oft noch ziemlich starke Strömungen statt, obgleich die Wage hier keinen Spannungsunterschied erkennen läßt; doch erfolgt in diesem Falle die Strömung viel langsamer und nicht, wie im anomalen Zustande, auf der ganzen Fläche gleichmäßig.

Um eine vollkommen reine Oberfläche zu erhalten, setzt man den Schieber am äußersten Ende der recht vollgefüllten Rinne auf, schiebt rasch über die ganze Fläche hinweg, so daß die oberste Schicht des Wassers gewissermaßen abgestreift wird, und wiederholt dies mehreremal. Durch Anwendung mehrerer Schieber lassen sich be-

dingt oft an den Berührungsstellen von Schieber und Trog eine Strömung durch, besonders während des Schiebens. Diese Durchbrüche lassen sich vermeiden, indem man mehrere Scheidewände anwendet, welche die Oberfläche in Abteilungen von stufenweise kleiner werdender Anomalie zerlegen.

¹⁾ Bei starken Spannungsunterschieden dringt aller-

liebig viele getrennte Oberflächen herstellen und so sehr mannigfaltige Versuche mit dem einfachen Apparate ausführen,

II. Absoluter Effekt verschiedener wirksamer Substanzen.

In bezug auf die Anomalie der Wasseroberfläche erheben sich nun zwei Hauptfragen. Erstens: Welche Substanzen erzeugen die Erscheinung und in welcher Quantität? Zweitens: Welches ist die genauere Beziehung zwischen Oberflächenspannung und Oberflächengröße, und wie weit läßt sich die Spannung durch Verkleinern der Oberfläche überhaupt vermindern?

Wenden wir uns zunächst der ersten Frage zu. Es sei noch vorausgeschickt, daß die Anomalie keineswegs bei allen Flüssigkeiten auftritt, sondern nur bei solchen von großer Kohäsion, wie eben Wasser und wässrige Lösungen, außerdem Glycerin, Quecksilber und wahrscheinlich auch andere flüssige Metalle. Dagegen zeigen alle Öle, Alkohol, Benzol, Äther, kurz die Mehrzahl der organischen Flüssigkeiten normale Oberflächenströmung und konstante Spannung. Es ist ja auch von vornherein einleuchtend, daß, wenn die Oberflächenspannung einer Flüssigkeit an sich gering ist, sie nicht leicht durch das Hinzukommen eines anderen Stoffes erniedrigt werden wird.

Es liegt nun nahe zu denken, es handle sich um die Ausbreitung einer anderen Flüssigkeit auf der unteren wasserartigen, da ja nach einer solchen tatsächlich immer die Summe der Spannungen der oberen und unteren Grenzfläche der ausgebreiteten Schicht kleiner ist als die Spannung der ursprünglichen Oberfläche.

Gegen diese von den meisten Physikern vertretene Auffassung ist jedoch — außer anderen weiter unten zu besprechenden Gründen — einzuwenden, daß auch durch feste Stoffe, wie Harz und Stearinsäure, anomale Wasseroberflächen hervorgebracht werden können, die nicht etwa eine starre Haut darstellen, sondern ebenso beweglich sind wie eine mit Öl verunreinigte Oberfläche. Man dürfte es somit eher mit einer besonderen Art Lösung von sonst unlöslichen Stoffen in der kapillaren Oberflächenschicht des Wassers zu tun haben, die vielleicht auch als Adsorption zu bezeichnen wäre.

Stoffe, welche die Anomalie hervorbringen (wirksame Substanzen), sind: Stearin-, Palmitin- und Ölsäure, flüssige und feste Fette, Seifen, Myristin, Harze, Leim, Eiweißkörper, Gerbsäuren, also organische Körper von hohem Molekulargewicht. Kohlenwasserstoffe sowie alle anorganischen Stoffe sind, so viel bisher bekannt, unwirksam.

Wie gelangen nun solche wirksamen Substanzen für gewöhnlich, ohne absichtlich eingeführt zu werden, auf die Wasseroberfläche? Bei ruhig an der Luft stehendem Wasser ist organischer Staub eine Quelle der Verunreinigung;

andererseits aber auch oft im Innern des Wassers suspendierte oder kolloidal gelöste Substanzen, worauf später noch zurückzukommen sein wird.

In den Experimentiergefäßen rührt die Anomalie meist von den Gefäßwänden her. Die Oberfläche fester Körper, wie Glas, Porzellan, Metall, ist stets, wenn sie nicht durch Glühen oder Anwendung starker Säuren gereinigt ist, mit organischen Substanzen verunreinigt. Taucht man nun in eine frisch gereinigte und mit Lycopodium bestäubte Wasseroberfläche eine Glasplatte, so tritt das Pulver von derselben zurück, weil wirksame Substanz von ihr in die Wasseroberfläche strömt. Ich nenne diese Erscheinung den Lösungsstrom. Sie ist nicht nur beim Eintauchen trockener Körper, sondern auch bei schwimmenden Körpern oft zu beobachten, um welche sich dann ebenfalls ein staubfreier Kreis bildet. So stoßen sich zum Beispiel schwimmende Mehlteilchen vermöge ihrer Lösungsströme ab und verbreiten sich infolgedessen über die ganze Oberfläche, während Kohlenpulver, da es keinen Lösungsstrom gibt, sich nicht ausbreitet. Gießt man also in einen trockenen Glasbecher Wasser ein, so geben die relativ eintauchenden Gefäßwände einen Teil ihrer Verunreinigung an die entstehende Wasseroberfläche ab, und zwar meist so viel, daß sie anomal wird.

Am stärksten wird diese Wirkung natürlich hervortreten, wenn das Gefäß einen relativ zur Höhe kleinen Durchmesser hat und somit die Wasseroberfläche klein gegen die Glasoberfläche ist, weshalb beim Ansteigen wässriger Flüssigkeiten in Kappillarröhren schon die geringste Verunreinigung der Glaswand den Meniskus anomal machen kann.

Die Größe der Oberfläche, welche durch eine gegebene Menge eines Stoffes gerade anomal gemacht wird, die absolute Anomalfläche, läßt sich mit Hilfe der Oberflächenrinne in folgender Weise messen. Man löst einige Milligramm der zu untersuchenden Substanz in möglichst reinem Benzol (auch Benzin oder Äthyläther) auf und entnimmt dieser Lösung mit einer Pipette einige Tropfen, die man auf die vorher frisch gereinigte Wasseroberfläche fallen läßt. Letztere verkleinert dann, nachdem das Benzol verdunstet, bis die auf normal gestellte Kohäsionswage abreißt, und bestimmt ihre Länge in diesem Augenblick. Von dieser Länge ist dann noch diejenige abziehen, die man mit der gleichen Anzahl Tropfen des reinen Benzols erhält, da jedes Lösungsmittel eine gewisse Eigenverunreinigung enthält. Hat man nun zuvor ermittelt, wie viele solcher Tropfen die ganze Lösung enthält, so kennt man die eingeführte Gewichtsmenge und erhält die von dieser anomal gemachte Fläche durch Multiplikation der gemessenen korrigierten Länge mit der Breite der Rinne. So ergaben sich folgende absolute Anomalflächen für 1 mg verschiedener wirksamer Substanzen, wo unter gereinigtem Provenceröl solches verstanden ist, aus welchem durch

Schütteln mit Alkohol die freie Fettsäure entfernt wurde.

Substanz	cm ² /mg	mg/cm ²	t°
Provenceröl	8 535	0,000 117	15
„ gereinigt	9 493,5	0,000 105	20
Mohnöl	8 994	0,000 111	15
Talg	9 636	0,000 104	15
Trimyristin	9 978	0,000 100	30
Walrat	5 568	0,000 179	15
Ölsäure	10 248,6	0,000 097	20
Stearinsäure	5 771	0,000 173	40
Palmitinsäure	4 711	0,000 212	12
Mastix	13 169	0,000 076	20
Kolophonium	8 105	0,000 123	15

Die dritte Kolumne enthält die reziproken Werte der Anomalflächen. Aus diesen würde für die Dicke einer kohärenten Schicht, falls die Substanzen gleichmäßig zu einer solchen ausgebreitet wären, durchschnittlich etwa 1 μ folgen, welchen Wert andere Beobachter auch für Öl gefunden haben; doch sind, wie man sieht, die Werte je nach der Substanz sehr verschieden, und zwar nicht etwa in der Reihenfolge der Molekulargrößen. Ölsäure wirkt stärker, Palmitin- und Stearinsäure dagegen schwächer als die Fette. Die Anomalfläche von Mastixharz ist außerordentlich groß, obgleich sich dasselbe im Benzol nicht einmal vollständig löst. Stark wirksame Substanzen sind auch Natriumoleat und andere Seifen, die jedoch nach dieser Methode nicht quantitativ untersucht werden können, da sie in den hierzu in Betracht kommenden Flüssigkeiten nicht löslich sind.

Die Beobachtungstemperaturen sind in der letzten Kolumne angegeben. Die Anomalfläche von Öl und Ölsäure ist zwar von der Temperatur unabhängig, diejenige fester Stoffe, wie Stearinsäure und Trimyristin, ändert sich jedoch merklich mit derselben, bereits unterhalb des Schmelzpunktes, worauf zuerst *H. Labrouste* hingewiesen hat.

Bei Öl, Talg, Ölsäure und Mastix bleibt die einmal erzeugte Anomalfläche sehr lange unverändert; dagegen verkürzt sie sich bei manchen anderen Stoffen, wie Palmitinsäure oder Kolophonium, mit der Zeit von selbst. Die durch derartige Stoffe hervorgebrachte Verunreinigung der Wasseroberfläche ist eine unbeständige oder flüchtige. Diese Flüchtigkeit kann ihren Grund entweder darin haben, daß die Substanz durch Verdunstung entweicht, oder daß sie nicht nur in der Oberflächenschicht, sondern auch im Innern des Wassers etwas löslich ist und darum aus ersterer allmählich verschwindet. Auch chemische Bindung durch im Wasser enthaltene Stoffe kann in Frage kommen, wie bei Stearinsäure auf nicht destilliertem Wasser. Die Oberflächenspannung

einer anomalen Oberfläche steigt in solchen Fällen spontan.

Die Anomalfläche stellt nicht, wie *H. Devaux* behauptet, den Zustand größtmöglicher Ausdehnung der verunreinigenden Substanz dar; eine anomale Fläche, die man mit einer hinreichend großen ganz reinen in Verbindung setzt, dehnt sich vielmehr im allgemeinen nach Eintritt der normalen Spannung noch weiter aus. Indessen ist die Ausdehnbarkeit im normalen Zustande in hohem Grade von der Art der Substanz abhängig. Ist die Oberfläche mit reinem Öl anomal gemacht, so dehnt sie sich nur noch sehr schwach aus, nachdem der normale Zustand erreicht ist; durch Fettsäure und besonders durch Harz verunreinigte Oberflächen dagegen beträchtlich.

Der Unterschied wird am besten durch folgenden Versuch veranschaulicht. Man bringt auf die eine von zwei durch die Scheidewand getrennten Wasseroberflächen Öl, auf die andere Stearinsäure, macht dann auf beiden Seiten durch Verrücken entsprechender Schieber die relative Anomalfläche = $\frac{1}{2}$, so daß also jede der Flächen um die Hälfte verkleinert werden müßte, damit ihre Spannung zu sinken anfinke. Streut man nun ein indifferentes Pulver auf und setzt die Flächen in Verbindung, so tritt eine lebhafte Strömung von der stearinsäurehaltigen zur ölhaltigen Fläche ein.

Eine annähernde Bestimmung des Ausdehnungsvermögens ergab, daß sich Mastix auf das 32 fache, Stearinsäure auf das 16 fache, Öl höchstens auf das Doppelte der gerade anomalen Fläche ausdehnt. Die Oberflächenlösungen haben also im normalen Zustande noch eine Art von Expansionskraft, aber die Spannungsunterschiede sind von einer anderen Größenordnung als im anomalen Zustande und jedenfalls kleiner als ein halbes Prozent der normalen Oberflächenspannung des Wassers.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Reise im Hochgebirge von Peru.

In der Sitzung am 2. Dezember 1916 berichtete Geheimrat Prof. *G. Steinmann* (Bonn) über seine letzte *Reise im Hochgebirge von Peru*, die er im Jahre 1908 auf Veranlassung der peruanischen Regierung ausgeführt, und mit der er seine geologischen Untersuchungen in den Kordillern Südamerikas abgeschlossen hat, nachdem er schon auf früheren Reisen in den Jahren 1882—1884 und 1904 einen großen Teil der chilenischen Kordillere und des Hochplateaus von Bolivia zum Zwecke geologischer Forschung durchreist hatte.

Unter den zahlreichen ungelösten Fragen, die eine geologische Untersuchung der Kordillere aufrollt, stellte der Redner diejenige in den Vordergrund, die Aufbau und Entstehung des Gebirges, im besonderen aber die Beteiligung des Vulkanismus an diesem Vorgange betreffen. Zwei Fragen haben von jeher das Interesse der Geologen erregt: Einmal hat man vulkanische Gesteinsmassen in großer Ausdehnung gefunden, die

eine Mächtigkeit von mehreren tausend Metern aufweisen und durch untermeerische Ausbrüche entstanden sein sollten. Für diese Ablagerungen war ein mesozoisches Alter festgestellt worden, was sich mit den bis dahin bekannten Beziehungen des Vulkanismus zu der mesozoischen Formationsgruppe schwer vereinigen ließ. Es war daher nachzuprüfen, ob die vulkanische Formation der Kordillere sich wirklich in einer so ungewöhnlichen Zeit gebildet hat. Eine zweite Frage galt dem Alter der Granite in der Kordillere. Während in Deutschland und Fennoskandia die Granite mit zu den ältesten Gesteinen gehören, wurde das Granitvorkommen in der Kordillere ein viel jüngerer Alter zugeschrieben.

Der Vortragende führte die Hörer von der Küste des Stillen Ozeans quer durch das Gebirge bis zu dessen Ostabhang und schilderte dabei die einzelnen Zonen mit ihrem verschiedenen Aufbau und den wichtigsten Bodenschätzen, die sich in diesem an Erz und Kohle reichen Gebiete Nordperus finden. Das Gebirge besteht aus vulkanischen und Sedimentgesteinen, aber das eigentliche Kalkgebirge ist nur im Norden vorhanden, während es im Süden fehlt. Der Westteil des Gebirgslandes ist meist frei von Vegetation und daher der geologischen Untersuchung leichter zugänglich wie der bewaldete Ostteil. Schon beim Anblick vom Meere aus zeichnen sich gehobene Meeresterrassen so deutlich ab, wie wohl sonst nirgends auf der Erde. Darüber hinaus ragen Berge von der typischen Gestalt der sogenannten Inselberge, die in diesem Falle auch wirklich früher Inseln gewesen sind. Das Festland ist aber hier nicht als geschlossener Block ruckweise aus dem Meere emporgestiegen, sondern die Hebungen wurden oft durch Senkungen abgelöst, so daß die Strandverschiebung möglicherweise in Form von Wellen oder Falten erfolgte. In der Nähe der Küste sind die Sandsteine der Kordillere in flachen Gewölben gefaltet. Mehr im Innern finden sich jene bereits erwähnten geschichteten vulkanischen Gesteine, dazwischen aber normale fossilführende Sedimente, aus denen hervorgeht, daß die Porphyrfornation tatsächlich jurassischen und kretazeischen Alters ist. Daß durch Sedimentation vulkanischen Materials diese 4000 bis 5000 m mächtige Porphyrfornation entstehen konnte, ist eine willkommene Ergänzung unserer Kenntnis über die Entstehung vulkanischer Gebirge. Der einförmige, triste Charakter der Landschaft wird hier noch gesteigert durch die große Trockenheit, welche die Naturfarben des Gesteins zur Geltung kommen läßt. Das Gebiet ist für den Ackerbau wie den Bergbau gleich unproduktiv. Die Porphyrfornation reicht von Süd-Chile bis Nord-Peru, so daß wir es also mit einer vulkanischen Formation von beispielloser Ausdehnung zu tun haben.

Die Auffindung triassischer vulkanischer Gesteinsformationen in British-Kolumbien deutet darauf hin, daß auch in der Trias eine viel größere vulkanische Tätigkeit herrschte, als man früher annahm. Es wäre aber müßig, etwa den Anteil der vulkanischen Gesteine für die einzelnen geologischen Zeitalter berechnen zu wollen, da mehr als $\frac{3}{4}$ der Erde vom Ozean bedeckt und somit der geologischen Erforschung verschlossen sind. Insbesondere haben wir den Stillen Ozean als die große Sphinx in der Erdgeschichte zu betrachten.

In die Porphyrfornation eingedrungen sind die sogenannten Andengranite. Es sind dies Granite und Granitodiorite, deren tertiäres oder jungkretazeisches Alter durch Kontaktmetamorphismus festgestellt ist. Sie sind im Erdinnern erstarrt, doch ist die frühere Gesteinsdecke jetzt abgetragen. In der höheren

Kordillere dagegen ragen nur noch die Spitzen aus der Schieferbedeckung heraus. In der noch höheren Cordillera Blanca kommen die Schiefer und Sandsteine der Kreideformation nur noch in einzelnen Fetzen und eingefalteten Bruchstücken vor. Der 6700 m hohe Huascaran besteht aus zwei mächtigen eisgepanzten Granitkuppen. Spuren der früheren Vergletscherung reichen bis weit in die Täler hinab. Bis dicht an die Grenze des heutigen Zuckerrohrbaus kommen große Findlinge aus Granit vor.

Wirtschaftlich viel wichtiger jedoch als die Granite sind andere jüngere Massengesteine, nämlich kleine Stöcke von tertiärem Trachyt, Dazit und Andesit, die zwar ebenfalls im Innern der Erdrinde erstarrt sind, sich aber von den Granitintrusionen vor allem dadurch unterscheiden, daß an sie der Erzreichtum des Landes gebunden ist. Die einzelnen Stöcke sind von verschiedener Größe, sie schwanken meist zwischen einem bis vier Kilometer Durchmesser. Die strenge Abhängigkeit der Erzvorkommen von diesen Gesteinen hatte zur Folge, daß es den Spaniern in kurzer Zeit gelungen ist, fast alle Erzgänge des Landes ausfindig zu machen. Jetzt freilich hat das Sinken des Silberpreises das Stilllegen zahlreicher, früher lohnender Bergwerksbetriebe zur Folge gehabt. Als besonders lehrreich für die Geschichte und die Zukunft des Bergbaus wurde das berühmte Erzgebiet von Cerro de Pasco behandelt, das auch als höchstgelegene Stadt (4300 m) der Erde bekannt geworden ist. Es liegt auf einem Gebirgsknoten, von dem aus die Flüsse nach allen Richtungen strahlenförmig abfließen, und stellt heute das bedeutendste Erzvorkommen des Landes dar. In Höhen zwischen 4000 und 5000 m finden sich eine große Anzahl der gekennzeichneten Andesitstöcke. Früher wurde hier ausschließlich Silber gewonnen, aber in größeren Tiefen wurde der Silbergehalt der Erze immer geringer, der Kupfergehalt immer größer. Das stetige Sinken des Silberpreises und das Steigen des Kupferpreises erwies sich also in diesem Falle als günstig für die Rentabilität des Bergbaus. Dazu kam, daß andere seltenere Metalle, die hier vorkommen, technische Verwertung fanden und steigende Preise erzielten. So gibt es bei Cerro de Pasco die einzige größere Vanadiummine, die jährlich 3000 Tonnen Erz im Werte von 5 Millionen Mark fördert. Der Aufschwung des dortigen Bergbaus ist wesentlich mit ermöglicht worden durch das Vorkommen reicher Kohlenlager, die in der Kordillere über eine Strecke von mehr als 800 km Länge verbreitet sind. Lange Zeit hindurch hatte man diese Kohlenvorkommen wegen der ungünstigen Begleitumstände nicht genügend gewürdigt, von denen namentlich die schwierigen Transportverhältnisse und die starken Störungen der Lagerung, wie Faltung, Aufrichtung und Verquetschung in Betracht kamen. Heute aber wird in Cerro de Pasco nur noch zur Hälfte deutscher, zur anderen Hälfte dagegen peruanischer Koks verbraucht. Die peruanische Kohle ist in zweifacher Hinsicht interessant. Einmal gehört sie nicht der Steinkohlenformation, sondern der älteren Kreidezeit an, wie unsere deutschen Steinkohlen, und zweitens ist sie durch ihre Lage unter den Tropen, zwischen 6° und 13° südlicher Breite, bemerkenswert. Hatte man doch früher angenommen, daß größere Kohlenvorkommen sowohl auf der Nord- wie auch auf der Südhalbkugel nur außerhalb der Tropen, jenseits des 25. Breitengrades zu finden seien.

•Trotz der weiten Verbreitung vulkanischer Vorgänge der verschiedensten Art in dem westlichen Teil der Kordillere fehlen dem peruanischen Anteil wohl er-

haltene Vulkanberge ganz. Aber es läßt sich trotzdem im nördlichen Peru die in Ecuador und Bolivia vorhandene Linie tätiger Vulkane an älteren, gänzlich abgetragenen Vulkanen aus der jüngeren Tertiärzeit verfolgen. Außerdem finden sich richtige vulkanische Erscheinungen aus allerjüngster Zeit in Form von jungvulkanischen Tuffen, in welche die Schmelzwässer einer früheren Eisbedeckung oft bis zu 10 m tiefe Schluchten eingerissen haben, so daß die Oberfläche mitunter ein karrenartiges Aussehen erhalten hat. Da es sich in diesen Tuffen leicht graben läßt, so haben die Eingeborenen häufig an den steilen Felswänden Grabstätten ausgehöhlt. Die Ausfüllungen vulkanischer Ausbruchsröhren sind gelegentlich nach Verwitterung des umgebenden Materials als steile Pfeiler stehen geblieben; doch sind diese Vorkommnisse von vordiluvialen Alter.

Gegen Osten dacht sich die Kordillere langsam gegen den Marañon, den Quellfluß des Amazonasstromes hin ab. In die große Fastebene von etwa 4000 m Plateauhöhe, in welche das Gebirge hier übergeht, hat der Marañon einen gewaltigen Einschnitt bis zu 1000 m Seehöhe hinab eingegraben. Die Faltung ist hier intensiver als im Westen und geht oft in Schuppenstruktur über. Die alte granitische Unterlage findet sich hoch emporgewölbt. Auch der östliche Teil ist somit ein ausgesprochenes Kettengebirge und zwar mit überwiegender Beteiligung von kalkigen Gesteinen. Aber vulkanische Erscheinungen irgend welcher Art gehen ihm so gut wie ganz ab. Eine derartige Gliederung größerer Faltengebirge in eine äußere Zone mit geringem oder fehlendem Vulkanismus und eine innere mit starker Beteiligung vulkanischer Vorgänge wird auch sonst häufig beobachtet, so z. B. in den Kordillern Nordamerikas, in den Appalachen, in den alten karbonischen Gebirgen Mitteleuropas und auch in den Alpen. Doch zeigen die letzteren in der Beteiligung des Vulkanismus wie in dem Aufbau des Gebirges, der in dem Überwiegen der Deckfalten seine Besonderheit entfaltet, so weitgehende Unterschiede von den Kordillern, daß man wohl berechtigt ist, den Gegensatz zwischen alpinem und andinem Gebirgsbau aufrecht zu erhalten.

O. B.

Physikalische und chemische Mitteilungen.

Aus dem Gebiet der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. In einem Aufsatz „Die Bedeutung der Erde in der Radiotelegraphie“ (*Yearbook of Wireless Telegraphy and Telephony* 1915, S. 560) behandelt J. A. Fleming den Einfluß, den Meer und Land auf die Fortpflanzung der elektrischen Wellen verschiedener Wellenlänge ausüben. Er gibt in einfacher Form eine Theorie der Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen über eine leitende Oberfläche, aus deren Endgleichungen der Einfluß der erwähnten Faktoren zu ersehen ist. Bekanntlich erhält man in der Praxis nur am Tage Resultate, die der Theorie entsprechen, während die Empfangsintensität des Nachts erheblich größer und sehr veränderlich ist. Als Grund dafür gibt Fleming an, daß in der Nacht die Wellen an ionisierten Schichten in größerer Höhe reflektiert werden und daher mit größerer Stärke zur Empfangsstation gelangen als am Tage. — Die drahtlose Telephonie ist lange Zeit in ihrer Entwicklung stehen geblieben. H. J. Round (*Yearbook of Wireless Telegraphy and Telephony* 1915, S. 572) gibt einen kurzen Überblick über

die bisherigen Systeme und erwähnt dabei japanische, französische, englische und italienische. Deutsche Arbeiten über drahtlose Telephonie werden übergangen. Im Anschluß an die historische Einleitung macht Round von einem eigenen System Mitteilung, welches von einer deutschen Erfindung, der *Liebenröhre*, ausgeht. Sie war in ihrer ersten Form dazu bestimmt, als Verstärker zu dienen. Dann zeigte Meißner, daß man mit ihr auch elektrische Schwingungen erzeugen kann. Die Schwingungen sind sehr regelmäßig, sowohl in der Amplitude als auch in der Frequenz. Da bei den bisherigen Methoden der drahtlosen Telephonie die Hauptschwierigkeit darin lag, einen Sender zu haben, dessen Schwingungen vollkommen konstant sind, und da sich infolgedessen dem Telephonstrom ein starkes Nebengeräusch überlagerte, so lag es nahe, die neue Schwingungserzeugungsmethode auf die drahtlose Telephonie anzuwenden. Das wurde von J. Round ausgeführt. Da mit der Röhre nur geringe Energiemengen zu erhalten sind, muß auf der Empfangsseite der Telephonstrom erheblich verstärkt werden. Das geschieht durch Anwendung der Liebenröhre als Verstärker und dadurch, daß der Schwingungskreis, der die verstärkten Schwingungen erhält, wieder auf die Empfangsantenne zurückwirkt und so die Dämpfung der Empfangsstationen verringert. Bei 0,6 Ampere in der Sendantenne wird eine drahtlose telephonische Übertragung auf 50 km garantiert. Schwierigkeiten machen noch die leichte Zerstörbarkeit der Liebenröhre der Sendestation und die zu scharfe Abstimmung der sehr ungedämpften Wellen. — Zum Studium der atmosphärischen Störungen (die man auch als „Irrgänger“ bezeichnet) hatte sich in den Jahren 1913 und 1914 neben einem internationalen Ausschuß ein Ausschuß der British Association gegründet. W. Eccles berichtet in einem Aufsatz „Internationale Versuche über drahtlose Telegraphie im Jahre 1914“ (*Yearbook of Wireless Telegraphy and Telephony* 1915, S. 583) über die Versuche, die der genannte Ausschuß plante, und über die Unterbrechung, die der Krieg herbeiführte. — In einem Aufsatz über: Drahtlose Telegraphie und Seekrieg (*Yearbook of Wireless Telegraphy and Telephony* 1915, S. 587) vergleicht A. Hard die heutige Seekriegführung mit der früherer Zeiten und weist auf die Umwälzungen hin, die die drahtlose Telegraphie mit sich gebracht hat. Einem ähnlichen Gedankengang folgt F. N. Maude in einem Bericht über den Einfluß der drahtlosen Telegraphie auf die moderne Strategie (*Yearbook of Wireless Telegraphy and Telephony* 1915, S. 597). — Eines der Probleme, die die drahtlose Telegraphie mit anderen Wissensgebieten verbinden, ist die Übermittlung von Wetternachrichten von hoher See nach den heimischen Wetterstationen mittels der drahtlosen Telegraphie. Würde es gelingen, den Zug der Tiefdruckgebiete schon zu kennen, ehe sie von Westen her Europa erreichen, so würde eine viel bessere Aussicht für eine zuverlässige Wetterprognose vorhanden sein, als heute, wo man nur auf die Berichte der festen Wetterstation angewiesen ist. Es ist bereits mehrmals von deutscher und englischer Seite der Versuch gemacht worden, drahtlose Wetterberichte der zwischen Amerika und Europa fahrenden Dampfer zu verwerten. R. G. K. Lempfert (*Yearbook of Wireless Telegraphy and Telephony* 1915, S. 622) berichtet über neue Versuche und zeigt an einigen Wetterkarten, welche große Bedeutung diesen drahtlosen Nachrichten zukommt.

P. Lg.

Die räumliche Verteilung der Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. Die in den Spektren

der Elemente sich vorfindenden Linien lassen sich bekanntlich zum Teil in Serien ordnen. Die Linien einer Serie haben ganz bestimmte Eigenschaften gemeinsam und ihre Wellenlängen lassen sich häufig durch eine mathematische Formel darstellen. Die Einteilung der Linien in Serien erfolgt zum Teil durch Unterscheidung der Serien mittels Aufspaltung der Linien im magnetischen Feld, zum Teil nach dem äußeren Aussehen (Schärfe, Verschwommenheit, Intensität usw.). Von *Lenard* ist eine weitere Methode angegeben. Löst man einen elektrischen Bogen durch ein *spaltloses* Spektroskop auf, so erscheinen statt der Linien einzelne Flammenbilder, welche, wie *Lenard* zuerst gefunden hat, verschiedene Größen haben und innen hohl sind. Sie entsprechen verschiedenen Dampfhüllen des Lichtbogens, den man sich etwa zwiebelartig zerlegt denken muß. Da den verschiedenen Teilen der Lichtquelle verschiedene Atomzustände angehören, so ist eine Einteilungsmethode der Spektrallinien auf Grund der mit dem spaltlosen Spektroskop erhaltenen hohlen Flammenbilder verschiedener Größe gut begründet. Nachdem *Lenard* früher bereits einen ersten Versuch mit den Spektren der Erdalkali- und Alkali-elemente gemacht hatte, stellte sich *J. Kramsztyk* (*Annalen der Physik* Bd. 48, S. 375, 1915) die Aufgabe, nach der gleichen Richtung eine größere Anzahl von Elementen systematisch zu untersuchen und die neue Methode mit den anderen Methoden der Serieneinteilung zu vergleichen. Untersucht wurden Bogen- und Funkenspektren der Alkali- und Erdalkalielemente sowie Silber, Kupfer, Zink, Aluminium und Magnesium. Es ergab sich, daß die Lichtemission beim Bogen und beim Funken eine schichtenartige ist, daß also eine bestimmte Bogenschicht, einem bestimmten Zustand der darin enthaltenen Atome entsprechend, nur bestimmte Linien emittiert. Ferner fand sich beim Vergleich der Funken- und Bogenlinien, daß bei beiden gleiche Schichtenstruktur vorhanden ist. Die Spektrallinien sind daher unabhängig von ihrem Ursprung in Serien einzuteilen. Beim Vergleich der neuen Methode mit den alten stimmte die Einteilung in den meisten Fällen überein. Nebenbei wurden zwei neue Linien im Kupferspektrum gefunden und es wurde gezeigt, daß sich in diesem Spektrum drei Paar Linien im Bogen und Funken befinden, die den gleichen Sitz in den Lichtquellen und die konstante Schwingungsdifferenz 30 haben.

P. Lg.

Pikrinsäure als Vortäuschungsmittel der Gelbsucht.

Unter den organischen Verbindungen gibt es wohl keine zweite, die eine so mannigfache und ganz verschiedene Art der Anwendung gefunden hat, wie die Pikrinsäure. Wegen ihres bitteren Geschmackes so benannt, am Anfang des vorigen Jahrhunderts als *Welters Bitter* bezeichnet, hat die Pikrinsäure ihres Geschmackes wegen als Verfälschungsmittel gedient (Bier), wegen ihrer gelben Farbe als Schönungsmittel (z. B. bei Pflanzensamen). Sie war der erste organische Farbstoff, der überhaupt künstlich dargestellt wurde, nahezu ein halbes Jahrhundert vor dem Murexid und nahezu ein ganzes Jahrhundert vor den ersten Anilinfarbstoffen. *Welter* gewann sie durch Oxydation von Seide mit Salpetersäure, und als gelber Seidenfarbstoff ist sie bis in unsere Zeit, allerdings in immer geringerem Ausmaß, in Gebrauch geblieben. Wie die Seide durch die konzentrierte Salpetersäure in den gelben Farbstoff Pikrinsäure übergeführt wird, so wird auch unsere Haut, die der Seide chemisch, als eiweißartiger Körper, nahesteht, durch starke Salpetersäure gelb gefärbt, wie jeder weiß, der mit dieser Säure unvorsichtig hantiert hat. Es

findet dabei allerdings nicht, wie man manchmal liest, eine Bildung von Pikrinsäure statt, indessen ist die Gelbfärbung doch auch auf eine Nitrierung des Tyrosins der Hautproteide (Keratin) zurückzuführen, die bei andauernder Wirkung zu Pikrinsäure führen würde. Aber nicht nur entsteht die Pikrinsäure, beziehungsweise ihre Vorstufe beim Verbrennen der Haut mit Salpetersäure, sie ist auch eines der vortrefflichsten Mittel, um den Schmerz bei Brandverletzungen zu lindern. Eine Pikrinsäurelösung, die sogleich an die verletzten Stellen angelegt werden kann, sollte in jedem Laboratorium zur Hand sein. Die Pikrinsäure wird neuerdings auch zur Imprägnation von Brandbinden verwendet.

Die bekannteste Verwendung der Pikrinsäure ist aber jene als Sprengstoff, besonders zum Füllen der Granaten. Eine eigenartige Verwendung hat die Pikrinsäure jetzt im Kriege zu allen den angeführten Verwendungsmöglichkeiten erhalten; eine allerdings sehr beschränkte und auch sehr unkriegerische. Sie ist nämlich von französischen Soldaten zur Vortäuschung von Gelbsucht eingenommen worden. Wieweit diese Sitte sich ausbreiten konnte, entzieht sich unserer Kenntnis. Wir wissen aber, daß die französischen Fachzeitschriften in den vergangenen Monaten sich wiederholt mit der Frage des sicheren Nachweises einer solchen Pikrinsäuregelbsucht beschäftigt haben. Zur Hervorrufung einer solchen falschen Gelbsucht sollen nach *Murat* und *Durand* schon 0,2 g Pikrinsäure genügen. Die Pikrinsäure wird im Organismus nach *Grimbert* fast vollständig zu Pikraminsäure reduziert, auf welche man im Harn in verdächtigen Fällen zu prüfen hat. Es sind eine ganze Reihe empfindlicher Reaktionen zum Nachweis der Pikrinsäure und ihrer Abkömmlinge für den Zweck der Unterscheidung der wahren und der falschen Gelbsucht von französischen Autoren empfohlen worden.

G. T.

Gewinnung von Aceton durch Gärung. Das Aceton ist bis vor wenigen Jahren ausschließlich aus dem Graukalk, dem bei der Holzdestillation gewonnenen rohen essigsauren Kalk, dargestellt worden. Allerdings konnte man auch auf einem biochemischen Wege zum Aceton insofern gelangen, als ja die Essigsäure aus dem Gärungsalkohol durch eine Oxydationsgärung erhalten werden kann. Neuerdings sind aber Verfahren bekannt geworden, nach welchen man Aceton bei der direkten Vergärung von Kohlenhydraten erhält. Die Veranlassung zur Ausarbeitung dieser Verfahren gab das Problem der Kautschuksynthese, für welche unter anderem auch das Aceton als Ausgangsmaterial der Isoprenengewinnung in Betracht kam. Zuerst ist von *Fernbach* eine Acetongewinnung durch Gärung angegeben worden. Derselbe Forscher hat bereits im Jahre 1910 auch die Bildung des Dioxyacetons bei der Vergärung von Zucker durch den Spaltpilz *Tyrophthrix tenuis* beschrieben. Näher bekannt ist aber erst jetzt ein Verfahren geworden, das unter Leitung von *Hofmann* in den Elberfelder Farbenfabriken von Fr. Bayer & Co. von den beiden Chemikern *K. Delbrück* und *Meisenburg* ausgearbeitet wurde. Aus den bisher veröffentlichten 4 Patenten ist als wesentlich zu entnehmen, daß der die Stärke abbauende *Bacillus macerans* Zucker und zuckerhaltige Materialien nur schwer und unvollkommen vergärt, wenn nicht gewisse indifferente Stoffe, wie Asbest, Filterpapier, Biertreber, zugesetzt werden. Als Gärprodukte erscheinen Alkohol und Aceton. Die Ausbeute an Aceton läßt sich erhöhen durch Zusatz von

organischen, stickstoffreichen Nährsubstanzen, wie Preßhefe, Malzkeime, Hefenextrakte usw. Ohne diese Zusätze ist das Verhältnis von Alkohol zu Aceton wie 10 : 1; mit diesen Zusätzen aber wie 5 : 2. Aus Melasse kann man bei einem Zuckergehalt von 45 % aus je 100 Teilen derselben 20 Teile des Alkohol-Aceton-Gemisches gewinnen. Die erste Acetonbrennerei wurde 1913 zu Arendsdorf bei Frankfurt a. O. begründet. K. Delbrück konnte sie noch Anfang 1915 in Betrieb setzen. Er fiel dann kurze Zeit darauf in Serbien.

Nach einer ebenfalls vom Jahre 1915 datierenden Arbeit von Darrin gelingt es, Aceton aus Essigsäure auch ohne Überführung in Calciumacetat darzustellen. Die Essigsäure wird zu diesem Behufe zum Sieden erhitzt und die Dämpfe durch ein elektrisch auf ca. 435° geheiztes Quarzrohr geschickt, welches mit Bariumacetat als Katalyten gefüllt ist. Es findet eine Zersetzung statt, die bei richtiger Regulierung der Verdampfung der Essigsäure eine Umsetzung bis zu 85% ermöglichen soll. G. T.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

18. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

Herr Haberlandt sprach: „Über den Geotropismus einiger niedriger Pflanzen.“ Es werden einige Fälle besprochen, die lehren, daß die Statolithentheorie auch zur Erklärung des geotropischen Perzeptionsvorganges bei niederen Pflanzen herangezogen werden kann.

8. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

Herr Einstein las: „Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie.“ Die Frage nach der theoretisch möglichen Struktur des kosmischen Gravitationsfeldes führt zu prinzipiellen Schwierigkeiten. Unter Zugrundelegung der allgemeinen Relativitätstheorie lassen sich diese überwinden durch die Auffassung, daß der Weltraum ein geschlossener geometrischer Raum sei, der im großen betrachtet durch einen sphärischen Raum approximiert wird. Diese Lösung verlangt aber eine hypothetische Erweiterung der Feldgleichungen der Gravitation.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

18. Januar. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Heinrich Zlamal, k. u. k. Artillerieoberleutnant i. d. R., übersendet eine mathematische Abhandlung mit dem Titel: „Exakte Lösung des ballistischen Problems für das Luftwiderstandsgesetz $W = cv^n$.“ Die Arbeit enthält eine neue Lösungs- bzw. Darstellungsart der Differentialgleichungen, bzw. der Integrale für $W = a + cv^n$, zwei Entwicklungsarten der Integrale für $a = 0$ in unendlichen Potenzreihen nach $\sin \varphi$ samt Konvergenzbeweisen; Darstellung der n -ten Wurzel aus einer unendlichen Potenzreihe, ein allgemeines Umkehrungsschema für solche Reihen und Betrachtungen über die praktische Anwendbarkeit der gegebenen Formeln.

Das w. M. Prof. Dr. Hans Molisch legt eine von ihm ausgeführte Arbeit vor unter dem Titel: „Über das Treiben von Wurzeln“. Werden Zweige von *Salix*, *Populus*, *Philadelphus coronarius* und *Viburnum opulus* in den Monaten September, Oktober und November einem Warmbad oder dem Rauche von Papier oder Tabak in der beim Treiben von Laub- und Blütenknospen üblichen Weise ausgesetzt, so entstehen nachher an den gebadeten oder geräucherten Zweigen die Adventivwurzeln gewöhnlich bedeutend früher als an den unbehandelten Kontroll Exemplaren. Es lassen sich also nicht bloß Laub- und Blütenknospen, sondern auch die Anlagen von Adventivwurzeln treiben.

Das w. M. Hofrat Fr. Steindachner legt eine Arbeit

vor, betitelt: „Wissenschaftliche Ergebnisse der mit Unterstützung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien aus der Erbschaft Treittl unter Prof. Werners Leitung, unternommenen zoologischen Expedition nach dem anglo-ägyptischen Sudan (Kordofan) 1914. Bearbeitung der auf der Expedition gesammelten Vögel und Säugetiere. Von Dr. Otto v. Wettstein (Wien).“

Das w. M. Prof. C. Diener überreicht eine Arbeit von Prof. A. Tornquist (Graz), betitelt: „Die seitliche Fortsetzung des Murauer Deckensystems und ihr Verhältnis zum Paaler Carbon.“ In der Arbeit wird festgestellt versucht, in welcher Weise sich die einzelnen Kleindecken, die den Aufbau der Murauer Alpen beherrschen, im Norden der Mur bis zur Gneismasse von Tamsweg fortsetzen und welche tektonische Rolle der bisher wenig untersuchten Carbonscholle der Paal in diesem Deckensystem zukommt.

25. Januar. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. R. Wegscheider legt eine Arbeit aus dem Chemischen Institut der Universität Graz vor: „Zum Kenntnis der Folgeraktionen. Nr. 3. Die Verseifung des Oxalsäuremethylesters in Jodid-Jodatlösung“, von Anton Skrabal. Oxalsäuremethylester wurde mit Jodid-Jodat zusammengebracht und auf diese Weise die Konstanten seiner beiden Verseifungsstufen in Übereinstimmung mit den bekannten Werten ermittelt. Die Wasserstoffion-Puffer lassen sich in zwei Gruppen teilen, in „statische“ und „kinetische“; bei letzteren ist die Azidität durch Reaktionsgeschwindigkeiten definiert. Das Jodid-Jodat ist ein kinetischer Puffer.

Das w. M. Prof. Hans Molisch überreicht eine im Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Wiener Universität von Fräulein Marie Findeis ausgeführte Arbeit unter dem Titel: „Über das Wachstum des Embryos im ausgesäten Samen vor der Keimung.“

1. In den reifen, sich spontan von der Mutterpflanze ablösenden Samen hat der Embryo entweder noch nicht die gleiche Ausgestaltung (*Anemone hepatica*, *Corydalis cava*, *Paris quadrifolia*) oder zum mindesten noch nicht die gleiche Größe wie im Augenblick des Keimungsbeginnes (*Anemone narcissiflora*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Clematis vitalba*, *Caltha palustris*, *Fumaria capreolata*, *Chelidonium majus*, *Fragaria vesicaria*). 2. Diese Verschiedenheit wird durch ein Wachstum des Embryos im Innern des anscheinend reifen Samens nach der Aussaat ausgeglichen.

Das w. M. Hofrat F. Ecker legt vor: „Die Verbrennung eines explosiven Gasgemisches in geschlossenem Gefäß“, von Ludwig Flamm und Heinrich Mach (aus dem physikalischen Laboratorium der Technischen Hochschule in Wien). Die Arbeit untersucht die Zustände, welche ein explosives Gasgemisch und seine Verbrennungsprodukte in einer kugelförmigen Bombe durchlaufen, wenn die Zündung in der Mitte der Kugel erfolgt.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. S. 140.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 10.

9. März 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Ueber die sogenannten „denkenden Tiere“. Von
Prof. Dr. F. Doflein, Freiburg i. Br. S. 145.

Die Anomalie der Wasseroberfläche. Von *Agnes
Pockels, Braunschweig.* S. 149.

Die Fettbildung durch niedere pflanzliche Organismen und ihre gewerbliche Verwertung. Von
Dr. B. Heinze, Halle a. d. Saale. S. 153.

Kleine Mitteilungen:

Der türkische Völkerkreis in Kultur und Geschichte. Neue tiergeographische Forschungen in Amerika. Ueber die Biologie eines Schilfgallen bewohnenden Hautflüglers. Zur Fortpflanzung der Infusorien. Ueber den Nachweis von Schädigungen der Wolle. Im Harne anwesende Nitratmengen. S. 156—160.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Mondphasen, Osterrechnung und Ewiger Kalender

Von

Prof. Dr. Walther Jacobsthal

z. Zt. Hauptmann und Kompagnieführer im Felde

Preis M. 2.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Analyse und Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen

Von **Dr. Hans Meyer**

o. ö. Professor der Chemie an der Deutschen Universität zu Prag

Dritte, vermehrte und umgearbeitete Auflage

Mit 323 in den Text gedruckten Figuren

Preis M. 42.—; in Moleskin gebunden M. 44.80

Inhaltsübersicht:

Erster Teil.

Reinigungsmethoden für organische Substanzen und Kriterien der chemischen Reinheit. — Elementaranalyse. — Ermittlung der Molekulargröße.

1. Vorbereitung der Substanz zur Analyse. Reinigungsmethoden für organische Substanzen.
2. Kriterien der chemischen Reinheit und Identitätsproben. Bestimmung der physikalischen Konstanten.
3. Elementaranalyse. — 4. Ermittlung der Molekulargröße.

Zweiter Teil.

Ermittlung der Stammsubstanz.

1. Abbau durch Oxydation. 2. Alkalischmelze.
3. Reduktionsmethoden.

Dritter Teil.

Qualitative und quantitative Bestimmung der organischen Atomgruppen.

1. Nachweis und Bestimmung der Hydroxylgruppe.
2. Nachweis und Bestimmung der Carboxylgruppe.
3. Nachweis und Bestimmung der Carbonylgruppe.
4. Methoxylgruppe und Äthoxylgruppe. — Höhere Alkoxyle. — Methylenoxydgruppe. — Brückensauerstoff.
5. Primäre, sekundäre und tertiäre Aminogruppen. — Ammoniumbasen. — Nitrilgruppe. — Isonitrilgruppe. — An den Stickstoff gebundenes Alkyl. — Betaingruppe. — Säureamide. — Säureimide.
6. Diazogruppe. — Azogruppe. — Hydrazingruppe. — Hydrazogruppe.
7. Nitroso- und Isonitrosogruppe. — Nitrogruppe. — Jodo- und Jodoso- gruppe. — Peroxyde und Persäuren.
8. Schwefelhaltige Atomgruppen.
9. Doppelte und dreifache Bindungen. — Gesetzmäßigkeiten bei Substitutionen.
10. Organische Mikroanalyse nach Fritz Pregl. — Mikro-Schwefel- und Halogenbestimmung nach Jul. Donau. — Nachträge.

Vor kurzem erschien:

Die quantitative organische Mikroanalyse

Von **Dr. Fritz Pregl**

o. ö. Professor der medizinischen Chemie und Vorstand des medizinisch-chemischen Instituts an der Universität Graz

Mit 38 Textfiguren

Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 9.—

Inhaltsverzeichnis.

I. Einleitung. — II. Die mikrochemische Wage von Kuhlmann und das Wägen mit derselben. — III. Die Bestimmung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes in kleinsten Mengen organischer Substanzen. — IV. Die gasvolumetrische Bestimmung des Stickstoffes in kleinen Mengen organischer Substanzen (Mikro Dumas). — V. Die Bestimmung des Stickstoffes nach Kjeldahl in kleinen Substanzmengen (Mikro Kjeldahl). — VI. Die mikroanalytische Bestimmung der Halogene und des Schwefels. — VII. Die mikroanalytische Bestimmung des Phosphors in organischen Substanzen (bearbeitet von Dr. Hans Lieb). — VIII. Die Bestimmung von Metallen in Salzen. — IX. Die quantitative Mikro-

elektroanalyse. — X. Die mikroanalytische Karboxylbestimmung. — XI. Die mikroanalytische Bestimmung von Methoxyl- und Äthoxylgruppen. — XII. Die mikroanalytische Bestimmung von Methylgruppen am Stickstoff. — XIII. Die Bestimmung des Molekulargewichtes in kleinen Mengen organischer Substanzen nach dem Prinzip der Siedepunktserhöhung. — XIV. Notizen über die Reinigung kleiner Substanzmengen. — XV. Die Berechnung der ausgeführten Mikroanalysen. — XVI. Verzeichnis einiger Arbeiten, die mit Hilfe der hier beschriebenen mikroanalytischen Verfahren ausgeführt wurden. — XVII. Schlußbemerkungen, Lehrplan für Anfänger, Bezugsquellen.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

9. März 1917.

Heft 10.

Über die sogenannten „denkenden Tiere“.

Von Prof. Dr. F. Doflein, Freiburg i. Br.

Bekanntlich werden seit einer Reihe von Jahren eigenartige Dressurleistungen von Pferden und Hunden als Anzeichen von selbständigem Denken dieser Tiere gedeutet. Daß Laien auf eine solche Deutung kommen, ist nicht verwunderlich. Es ist aber kaum zu verstehen, daß Biologen, Vertreter verschiedener Spezialwissenschaften, sich als Anhänger einer vollkommen kritiklosen, laienhaften Deutung der Vorgänge bekannt haben.

Man kann das Urteil dieser verschiedenen Männer nur begreifen, wenn man sich vorstellt, daß sie sich von der Überlegung beherrschen ließen, daß „es mehr Dinge im Himmel und auf Erden gibt, als unsere Schulweisheit träumt“. Um nicht doktrinär zu erscheinen und um nicht den Eindruck zu erregen, als ständen sie unter dem Einfluß vorgefaßter Meinungen, erklärten sie sich vorschnell für die oberflächliche, kritiklose Deutung der Vorgänge, welche die Besitzer der Pferde und Hunde schon gegeben hatten.

Dabei waren sie aber alle auf dem Gebiet der Psychologie, ja selbst der Nervenphysiologie der Säugetiere vollkommene Laien. So kann es denn nicht in Erstaunen setzen, daß ihre Schilderung der beobachteten Vorgänge einen durchaus dilettantischen Eindruck macht.

Wer gewöhnt ist, höhere Tiere zu beobachten, und speziell ihre höheren, sagen wir psychischen, Leistungen zu studieren, wird in den Darstellungen und Protokollen jener sogenannten Sachverständigen jeden Hinweis auf Beobachtung des Tieres und seiner Ausdrucksbewegungen vermissen.

Jeder Versuch der Ausarbeitung einer eigenen, wissenschaftlichen und kritischen Beobachtungsmethodik fehlt. Es wurden stets die Beobachtungsmethoden der Laien wenig abgeändert angewandt. So konnten denn die meist in Gestalt populärer Aufsätze veröffentlichten Ergebnisse der Besuche von Biologen bei den „klugen“ Tieren kaum das Interesse eines Fachmanns erregen. Die meisten Protokolle zeugen von großer Kritiklosigkeit und enthalten vielfach harmlos wiedergegebene Beobachtungen, welche das Gegenteil von dem beweisen, was der Verfasser aus ihnen schließt.

Für die Wissenschaft läge wenig Grund vor, sich eingehender vor allem mit den Geschichten vom *Mannheimer Hund Rolf* zu beschäftigen,

wenn nicht die Tatsache, daß sich einige Gelehrte, welche beruflich mit Zoologie oder Psychologie zu tun haben, den Laienurteilen zustimmend über die merkwürdigen Handlungen der Pferde wie des Hundes geäußert haben, auf weite Kreise Eindruck gemacht hätte. Nicht nur im Publikum, auch in wissenschaftlichen Kreisen hat es zu einer Zurückhaltung des Urteils oder gar zu einer günstigen Neigung der Auffassung geführt, daß einige auf ganz anderen Gebieten als der Tierpsychologie tätige und erfahrene Gelehrte sich für das selbständige Denken der höheren Tiere in dem von den Besitzern, Laien, behaupteten Sinn ausgesprochen haben.

Nachdem ich einmal einer „Vorstellung“ des Mannheimer Hundes beigewohnt hatte, schien mir die ganze Angelegenheit nicht in das Forschungsgebiet des Zoologen und Tierpsychologen, sondern vielmehr des Menschenpsychologen oder gar des Psychiaters zu gehören. Nicht daß hinter den beobachteten Erscheinungen nicht wirklich *tierpsychologische Vorgänge* steckten. Solche bilden natürlich eine Grundlage der Erscheinungen. Die Art der Deutung aber hatte gar nichts mit Forschung und Wissenschaft zu tun und die beteiligten Persönlichkeiten hatten nicht die geringste Neigung und Fähigkeit, die Untersuchung der Tiere wissenschaftlich werden zu lassen.

Über meinen Besuch bei dem Mannheimer Hund hatte ich mir seinerzeit genaue Aufzeichnungen gemacht. Ich begnügte mich damit, mir meine eigene Meinung gebildet zu haben und dachte zunächst nicht daran, etwas über meine Beobachtungen zu veröffentlichen. Ich erwartete, daß die ganze Narretei bald verschwinden würde. Viele der Berichte sind ja so lächerlich und oberflächlich, daß man zweifeln muß, ob die Verfasser normal begabt sind. Man hätte meinen sollen, daß schon die Berichte der Anhänger genügen müßten, um die ganze große Theorie bald ad absurdum zu führen.

Zudem riskierte man ziemlich unflätige Angriffe, wenn man ein abfälliges Urteil über die ganze Sache abgab. Es genügte schon, daß man seine Meinung nur andeutete, um durch allerhand Bemerkungen und öffentliche Notizen von den Fanatikern, vor allen Dingen den Anhängern des Hundes, öffentlich herabgesetzt zu werden.

Darum scheute ich mich mit meinen geringen Erfahrungen an den speziell zur Diskussion stehenden Tierindividuen in den Streit einzugreifen. Ich hatte sofort gesehen, daß meine eigenen Forschungen über die Psychologie der Wirbeltiere, welche ich seit Jahren verfolge, mir viele positive Ergebnisse geliefert hatten, die in

ihrer Sicherheit viel interessanter waren und uns ganz andere Einblicke in die Tierseele eröffneten, als jene Versuche mit Hunden und Pferden, die soviel von sich reden machten. Auch jetzt bin ich noch nicht in der Lage, über meine Untersuchungen im einzelnen zu berichten, da ich mir noch nicht hinreichend über die Regeln und Gesetze klar bin, welche den von mir beobachteten Vorgängen zugrunde liegen. Es wird wohl noch Jahre dauern, bis ich einen vorläufigen Abschluß meiner Untersuchungen erreiche.

Nun sehe ich mich durch die Veröffentlichungen von Dr. *Neumann* und von *Herbst* dennoch veranlaßt, über meine Beobachtungen und Meinungen einiges niederzulegen. Meine Beobachtungen stimmen vielfach mit denen *Neumanns* überein und sind geeignet, die seinigen in mancher Beziehung zu ergänzen. Ich sehe mich um so mehr dazu gedrängt, als ich aus der ganzen Literatur über den Gegenstand sehe, wie sich die Anhänger des selbständigen menschlichen Denkens der Hunde, Katzen und Pferde verrannt haben und wie sie durch ihre Leidenschaftlichkeit manche wirklich urteilsfähige Biologen in ihrem Urteil schwankend gemacht haben.

Was den Zoologen abschreckt, sich tiefer mit dem Problem der denkenden Tiere und ihrer Anhänger zu beschäftigen, ist die Überzeugung, die bald über ihn kommen muß, daß er bei der Erforschung der Zusammenhänge mehr die Methodik des Detektivs und des Psychiaters anwenden muß, als die des reinen Naturforschers. Man hat sofort den Eindruck, an ein psychopathisches Grenzgebiet zu rühren und es mit einer geistigen Epidemie zu tun zu haben.

Ich möchte einen Unterschied machen zwischen den Versuchen, die an den Elberfelder Pferden gemacht wurden, und jenen, welche den Mannheimer Hund betreffen. Herr *Krall*, den ich besuchte, der mir seine Pferde aber nicht zeigen konnte, da er sie weggegeben hat, hat seine Versuche mit den Tieren sicherlich aus wissenschaftlichem Interesse unternommen. Es liegt in seiner ganzen Arbeit ein ernster Zug und ein ideales Streben. Aber seine Beobachtungs- und Arbeitsweise entbehrt vollkommen der wissenschaftlichen Vorbereitung. Es kann auch kein Mensch, ohne ein guter Chemiker zu sein, sich an die Synthese von Alkaloiden wagen. Keiner kann sich der Erforschung der Probleme unseres Weltsystems widmen, wenn er nicht die höhere Mathematik beherrscht. Wie sollte jemand die schwierigen Probleme der Tierpsychologie lösen können, ohne ein gut vorbereiteter Kenner des Baues und Lebens der Tiere zu sein, ohne vor allem die Biologie und Physiologie der Tiere genau zu kennen. Und auch nach solcher Vorbildung wird er nur dann in die verwickelten Zusammenhänge eindringen, wenn er ein guter Beobachter, ein kritischer Kopf ist und die Fähigkeit hat, die dem Problem angemessene Methodik ausfindig zu machen. Das alles fehlte Herrn *Krall*, und so

konnte er trotz ernstesten Willens die gestellte Aufgabe nicht lösen. Trotzdem stehen seine Bemühungen viel höher, als die Spielereien mit dem Mannheimer Hund.

Wer sich mit den Äußerungen höherer psychischer Fähigkeiten bei Wirbeltieren beschäftigt hat, weiß, daß diese über Ausdruckbewegungen verfügen, welche jene komplizierten Vorgänge begleiten. Wenn ein Kenner und kritischer Beobachter eine Schilderung von Versuchen mit solchen Tieren gibt, so sollte man annehmen, daß er, falls er Naturforscher ist, etwas über Bewegungen, Stellung, Reaktionen der verschiedenen Organe des Tieres auszusagen hat. Es ist geradezu lächerlich, wie un-naturwissenschaftlich alle die Protokolle über die Beobachtung der Versuche abgefaßt sind.

Ich bin durchaus der Meinung, daß es möglich ist, durch Ausarbeitung einer guten Methode zu Analogieschlüssen zu gelangen, welche einen Einblick in das Seelenleben höherer Tiere eröffnen. Es ist hier nicht der Ort und Zusammenhang, um das erkenntnistheoretisch zu begründen.

Will man hier tiefer eindringen, so muß man methodisch aufbauen und analysieren. Dabei wird, wer einige Erfahrung im Forschen hat, bei weniger komplizierten Erscheinungen anfangen und sich dabei solche aussuchen, welche mit den normalen Lebenserscheinungen des Tieres etwas zu tun haben.

Welcher normal veranlagte Mensch wird ohne weiteres an das Produkt der Seele eines Hundes denken, wenn das Tier ihm durch seine Buchstabensprache vom Christkind, von Weihnachten, dem Herrn Wolf in Basel erzählt und Verständnis für unsern Krieg und für Politik zeigt? Diese albernen Geschichten mußten doch darauf hinweisen, daß menschliche Mitwirkung dabei war. Niemand, der solche Dinge aus einem Grammophon hören würde, schriebe dem Grammophon eine Seele zu, sondern jeder Mensch mit richtig funktionierendem Verstand und einiger Bildung würde sich fragen: Wer hat diese Maschine gemacht, und wie hat er sie gemacht? Er würde den Menschen hinter der Maschine sehen oder zum mindesten nach ihm suchen.

Wenn der Hund Rolf mir vom Geruch der nächsten Ecke erzählt hätte oder sein Alphabet benützt hätte, mir von seinem letzten Spaziergang zu berichten, von begegneten Hunden und Katzen usw., von Dingen aus der Hundesphäre, so hätte ich mich vielleicht etwas mehr für sein Innenleben interessiert. Daß die Elberfelder Pferde sich gerade der Algebra widmeten und da eine besondere Begabung haben sollten, das konnte eine besondere Gesetzmäßigkeit enthüllen, das konnte erörtert werden, das sah fast wie ein wissenschaftliches Problem aus.

Aber daß der Hund in Mannheim alle möglichen schwierigen Begriffe, also Krieg, Weihnachten usw. sofort mit Verständnis anwandte, während doch ein Mensch, um sie richtig zu ge-

brauchen, lange Übung und Lernen braucht, das wies sofort auf andere Zusammenhänge hin, und das Lächerliche, was diesen Experimenten anhaftete, warf seinen Abschein auch auf die Mathematik der Elberfelder Pferde.

Der Mensch mußte mehr oder minder nahe hinter den Produkten des Hundegeistes stehen und trat für den guten Beobachter deutlich hervor. Man muß sich nur das *Alphabet*, welches das Tier benutzte, einmal genauer ansehen.

Kam man als Besucher zu einer der Vorstellungen des Hundes Rolf, so bekam man, um der Vorführung folgen zu können, ein Blatt überreicht, auf welchem das Alphabet des Hundes aufgezeichnet war. Das war in der üblichen Reihenfolge des ABC geschehen und die so gelieferte Tabelle ließ in ihren Zahlenreihen keinerlei Gesetzmäßigkeit erkennen.

Rolfs Alphabet.

a = 4, b = 7, c = 24, d = 9, e und ei = 10,
f = 1, g = 11, h = 12, i = 13, k = 14, l = 5,
m = 8, n = 6, o = 2, p = 15, q = 25, r = 3,
s = 16, t = 17, u = 18, v = 20, w = 19, x = 22,
z = 23.

Dazu: kurze vereinbarte Zeichen:

müde = 4; ja = 2; nein = 3; Gassel = 5;
Bett = 7.

Das scheint zunächst eine ganz regellose Anordnung zu sein, die auf eine vom Hund ausgehende zufällige Bezeichnungsweise zurückgeführt werden könnte.

Ganz anders muß sich jedoch das Urteil gestalten, wenn wir die Ordnung nach der Reihenfolge der Zahlen vornehmen:

1 = f	9 = d	17 = t
2 = o (ja)	10 = e, ei	18 = u
3 = r (nein)	11 = g	19 = w
4 = a (müde)	12 = h	20 = v
5 = l (Gassel)	13 = i	21
6 = n	14 = k	22 = x
7 = b (Bett)	15 = p	23 = z
8 = m	16 = s	

Beobachtet man diese Zahlen und ihre Reihenfolge im Verhältnis zu den Buchstaben, die sie bedeuten, so bemerkt man, daß die Zusammensetzung, in ihrer scheinbaren Willkürlichkeit, doch die Arbeit eines menschlichen Gehirns verrät, welches gewohnt war, mit Zahlen und Alphabet umzugehen. Ein Hund, dem der Begriff des Alphabets und der Aneinanderreihung der Zahlen nicht durch jahrelange Schulübung eingebleut ist, wie dem Menschen, der kann die Bahnungen in seinem Gehirn nicht haben, welche zu diesen Anordnungen führen mußten.

Man beachte, daß diejenigen Buchstaben mit den niedersten Zahlen bezeichnet sind, welche entweder die übliche Fassung des Namens des Hundes (lol) oder einiger häufiger Worte zu buchstabieren gestatten. Diese niederen Zahlen waren das, was man ihm im Anfang zumuten

konnte, womit die Dressur naturgemäß begann. Nun folgen später 9 und 10 für d und e, dann weiterhin 11, 12, 13, 14 für g, h, i, k, dann schließlich 16, 17, 18, 19, 20 für s, t, u, w, v (umgedreht!), und schließlich 22 und 23 für x und z.

Wir haben dabei immer wieder die Tendenz, zur Reihenfolge des Alphabets zurückzukehren, eine Automatie, welche in einer menschlichen Seele mit einer gewissen Schulbildung sich sehr leicht einstellt. Solche ähnlichen Reihen kehren auch in den Alphabeten spiritistischer Medien wieder.

Man sieht ohne weiteres, daß bei der Zusammenstellung dieses Alphabets ein menschliches Gehirn mitgearbeitet haben muß. Frau M. bildete sich offenbar nur ein, daß der Hund das Alphabet sich selbst gemacht habe.

So sind sicher viele ihrer Annahmen durch mangelnde Kritik und mangelnde Kenntnis des wirklichen Seelenlebens der Hunde bedingt gewesen.

Noch in einer anderen Beziehung ist die Mitarbeit des Willens des mitwirkenden Menschen bei den Antworten des Hundes unverkennbar. Das Temperament und der Charakter seiner Antworten änderten sich jeweils nach dem Typus der den Versuch leitenden Persönlichkeit. So war unverkennbar und ist aus vielen der veröffentlichten Protokolle zu entnehmen, daß, sobald eine Tochter der Frau M. die Versuche leitete, übermütige und etwas freche Antworten des Hundes sich mehrten. Es war nicht die Psyche des Hundes, sondern die des Fräulein Tochter, welche in der Klopfsprache sich ausdrückte.

Hatten mir schon diese Beobachtungen starke Zweifel an den Angaben und Schlüssen der Anhänger des Hundes erweckt; so wurden diese zur festen Überzeugung, nachdem ich mich entschlossen hatte, in Mannheim der Vorführung des Hundes der Frau M. beizuwohnen. Was ich damals beobachtete und sofort schriftlich festlegte, stimmt nun vorzüglich mit den neuerdings veröffentlichten Untersuchungen von Dr. Neumann überein.

Es fiel mir sogleich sehr auf, daß meine Beobachtungen, die ich in kritischer Gesinnung und mit gespanntester Aufmerksamkeit machte, in vielen Dingen in vollkommenem Widerspruch zu den begeisterten Schilderungen früherer Besucher standen.

Zunächst fand ich den Hund durchaus nicht, wie viele der Besucher voll Bewunderung gemeint hatten, besonders intelligent aussehend.

Ich kenne eine ganze Anzahl von Airedale-terriern, welche viel intelligenter aussehen, als der berühmte Hund Rolf. Doch kann man sich in diesem Punkte täuschen, und es ist sicher auch eine Geschmacksfrage, was man bei einem Hund als intelligentes Aussehen bezeichnen will. Jedenfalls war es aber sehr auffallend, daß der Hund beim Klopfen der Zahlen, mit denen er ganz

richtige Antworten gab, vollkommen gleichgültig und uninteressiert aussah, sich fortwährend umschaute; er klopfte in einem vollkommen gleichmäßigen Rhythmus weiter, und wenn er Pausen machte, so entsprachen diese durchaus nicht immer dem Schluß eines Wortes, eines Satzes oder eines Gedankens. Seine Tätigkeit machte einen durchaus mechanischen Eindruck.

Bekanntlich klopft der Hund mit seiner Pfote auf einen weichen, biegsamen Karton, den ihm seine Herrin vorhält. Gelegentlich klopft er auch auf die Hand, den Arm oder an einen anderen Körperteil seiner Herrin oder einer anderen Person. Man kann ohne weiteres erkennen, daß es sich dabei um die typische, instinktive Klopfbewegung handelt, welche jeder Hund schon in seiner Jugend ausführt, und welche die Grundlage für das Pfotengeben, für das Scharren und Kratzen und manche andere Fähigkeiten der Haushunde darstellt. Diese Klopfbewegung wird von vielen Hunden ohne weiteres oftmals hintereinander ausgeführt. Der Hund Rolf macht nun bei seinen Pfotenschlägen auf den Karton von Zeit zu Zeit Pausen, und die auf diese Weise abzählbare Anzahl von Schlägen bedeutet bald Zahlen, bald bestimmte Buchstaben. Es fragt sich nun, ob wirklich der Hund die Zahl der Schläge bestimmt, oder ob er auf äußere Einwirkungen hin die so bedeutungsvollen Pausen eintreten läßt.

Ehe ich auf bestimmte Deutungsmöglichkeiten eingehe, möchte ich meine während der Vorführung gemachten Beobachtungen anführen. Ich sagte schon, daß der Hund seine Pfotenschläge auf einen weichen Karton ausführt; bei der Vorführung, der ich anwohnte, handelte es sich um einen mappenähnlichen Umschlag aus zwei Kartonblättern, welche mit Papier überzogen waren und durch einen Leinwandrücken zusammenhängen. Diese Mappe hielt die Herrin des Hundes in der Hand, während sie selbst in einem Liegestuhl lag und die Pfotenschläge des Hundes zählte. Das Gesicht und die Haltung der Frau M. bewiesen dabei eine gespannte Aufmerksamkeit, im Gegensatz zum Hunde. Ich beobachtete während der Vorführung genau die Hand der Frau M. und glaubte mit Sicherheit jedesmal, ehe der Hund im Klopfen pausierte, eine minimale Bewegung ihrer Hand nach oben zu bemerken. In solchen Dingen kann man sich sehr leicht täuschen und ich will nicht behaupten, daß meine Augen mich nicht etwa betrogen haben. Ich will nur die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt lenken, weil sich hier eine Deutungsmöglichkeit ergeben würde. Neuerdings hat Herr *Herbst* die gleiche Beobachtung, die er in einer öffentlichen Versammlung gemacht hat, veröffentlicht. Ebenso ist *Neumann* zur gleichen Überzeugung durch seine Beobachtungen gelangt.

Ich bemerke weiter hierzu, daß meine Aufmerksamkeit besonders scharf auf diesen Punkt gelenkt war, da Frau M. bei Beginn der Vorführung uns gesagt hatte, zum Versuche müsse

ein so weicher Karton angewandt werden, weil „bei jedem Gegendruck“ der Hund zu klopfen aufhöre. Ich zitiere diesen Ausspruch der Frau M. auch deswegen, weil er geeignet ist, zu zeigen, daß, wenn der Hund wirklich eine derartige Hilfe erfährt, sie wohl kaum absichtlich und bewußt ihm zuteil wird. Die Zusammenhänge würden hier auf dem Gebiet der Autosuggestion liegen, durch welche ja noch viel seltsamere Dinge zustande kommen. Sonst würde Frau M. wohl nicht selbst die Deutung der Versuchsergebnisse so angedeutet haben, allerdings ohne selbst die Bedeutung ihrer Bemerkung zu verstehen.

Auf die gleiche Erklärungsmöglichkeit weist uns auch noch eine weitere meiner Beobachtungen hin. Wenn der Hund klopfte, rief Frau M. immer laut die Zahl seiner Pfotenschläge aus. Die von ihr ausgerufene Zahl wurde von dem Protokollführer in das Protokoll eingezeichnet und auch von den übrigen Anwesenden offenbar stillschweigend als richtig anerkannt. Ich protokollierte währenddessen die Pfotenschläge selbst für mich, indem ich bei jedem Pfotenschlag auf meinen Notizblock einen Bleistiftstrich machte. Es fiel mir nun sehr auf, daß in einzelnen, allerdings nicht sehr zahlreichen Fällen, die von mir aufgezeichnete Zahl von derjenigen abwich, welche Frau M. ausrief. Der aus der Zahl sich ergebende Buchstabe ergab bei meiner Zählung keinen Sinn oder, wenn man mühsam kombinierte, einen anderen, als bei der Zählung der Frau M.

Auch die Art, wie die Pfotenschläge gezählt werden, gibt mir Anlaß zu einem Einwand. Wenn Rolf „eins“ geklopft hat, dann fragt ihn sehr häufig Frau M., ob es ein Zehner sei, den er damit meine; hat er nun durch Pfotenschläge mit ja geantwortet, so wird mit der Zählung wieder von vorn angefangen und die Pfotenschläge bedeuten nun die Einer; im anderen Falle wird weiter gezählt und es ist vorausgesetzt, daß dann nur Einer herauskommen. Wie schon erwähnt, pflegt der Hund in ziemlich gleichmäßigem Rhythmus zu klopfen. Nun erfolgte fast jedesmal während meiner Beobachtungen die Frage von Frau M.: Ist das ein Zehner?, noch ehe der Hund Zeit gehabt hätte, einen zweiten Pfotenschlag zu geben. Es verrät sich also scheinbar auch hier jenes Vorauswissen des Resultats, welches uns auch in einer Reihe von Berichten der verschiedensten, auch der gläubigen Beobachter der Elberfelder Pferde entgegentritt.

Bei der von uns besuchten Sitzung wurde, wie das in der Regel der Fall sein soll, ein zufällig von einem Dienstmädchen kurz vor der Sitzung abgegebenes Paket mit einem Bilderbuch und einem Brief hereingebracht; der Hund wurde dann mit dem Dienstmädchen, welches in dem Zimmer zurückblieb, das Paket öffnete, ihm das Buch zum Betrachten und den Brief zum Lesen gab, im Zimmer allein gelassen, während wir alle das Zimmer verließen. Nach unserer Rückkehr in das Zimmer klopfte der Hund eine Menge von

Pfotenschlägen, aus denen Frau M. eine Menge von Beobachtungen und Gedanken des Hundes ablas. Ich kann mich nicht entschließen, diesen komplizierten Fall eingehender zu erörtern, da hier mir die Nachhilfe allzuweit zu gehen schien und für den Beobachter zu grob und augenscheinlich war. Ein kritischer und erfahrener Beobachter konnte aus dem Verhalten des Hundes bei den Versuchen nur folgendes ablesen:

Aufmerksamkeit des Hundes war zum Teil zu erkennen, zum Teil fehlte sie.

Gedächtnisleistungen waren unzweifelhaft vorhanden, zum Teil sehr verstärkt durch die Dressur.

Assoziationen spielten eine gewisse Rolle, waren aber bei der Versuchsanstellung nicht genauer zu analysieren.

Das sind tierpsychologische Erfahrungen, welche auch auf anderen Wegen ohne weiteres zu gewinnen sind und längst gewonnen wurden.

Man hatte keinen Anhaltspunkt, daß die vom Hund mit Hilfe des Menschen buchstabierten Sätze von ihm selbst gedacht, hervorgebracht und gewollt waren. Im Gegenteil, das Tier schien von dem Inhalt der Sätze ganz unberührt zu sein. Seine Ausdrucksbewegungen standen vielfach nicht einmal zeitlich im Zusammenhang mit den Dressurleistungen. Man merkte dem Tier deutlich an, daß es unter einem Zwang arbeitete; auch arbeitete es zum Teil widerwillig und mußte zu seinen Leistungen angetrieben werden.

Kurz, der eine Besuch in Mannheim mußte mir genügen, mich davon zu überzeugen, daß mein ablehnendes Urteil richtig war, das ich mir schon nach den Schilderungen der Anhänger und Bewunderer der „denkenden Tiere“ gebildet hatte. Es war mir vollkommen klar geworden, daß das menschliche Denken der Tiere vorgetäuscht war durch direkte Mitwirkung des Menschen bei der Leitung der Dressurleistungen. Somit glaube ich auch nicht allzu viel versäumt zu haben, wenn es mir nicht gelang, auch die Elberfelder Pferde zu sehen. Allerdings gerade bei diesen hätte mich die Methodik der Dressur besonders interessiert.

Denn es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß Dressur eine der wichtigsten Methoden ist, uns Einblick in das „Seelenleben“ der Tiere zu verschaffen. Das beweisen schon die erfolgreichen Versuche an wirbellosen Tieren über mnemische Erscheinungen bei solchen. So glaube ich denn, daß auch aus den Versuchen mit dem Mannheimer Hund und den Elberfelder Pferden sich eine ganze Reihe wichtiger Gesetzmäßigkeiten hätten ablesen lassen, wären die Beobachter kritischer gewesen und hätten sie eine geeignete Methodik angewandt.

Es hat schon mancher Dilettant eine überraschende Entdeckung gemacht und der Wissenschaft neue Wege gewiesen. Aber dann ist er nie Dilettant geblieben, sondern hat sich sogleich

eine Methode ausgearbeitet, um seine Entdeckung weiter zu verfolgen.

Es ist sehr schade, daß an den Mannheimer Hund und die Elberfelder Pferde kein methodischer Forscher geriet. In beiden Fällen wären die Bedingungen gegeben gewesen, manche Tatsachen der Tierpsychologie festzustellen. Doch war dies durch die Art und Weise, wie die ganze Angelegenheit zu einer Sensation und Parteisache ausgestaltet wurde, für einen ernsthaften Forscher unmöglich.

Trotz der seltsamen Irrwege, in welche die Tierpsychologie durch die „denkenden Tiere“ verlockt wurde und auf denen sie in den Händen von Dilettanten noch ein Stückchen weiter taumelt, geht sie als methodische Wissenschaft in der Stille ihren Weg weiter und wird uns mit der Zeit wichtige Aufschlüsse bringen.

Die „denkenden Hunde und Pferde“ in der bisher üblichen Behandlungsweise sollten jetzt aber endgültig aus der wissenschaftlichen Literatur verschwinden.

Die Anomalie der Wasseroberfläche.

Von Agnes Pockels, Braunschweig.

III. Beziehung zwischen Oberflächenspannung und relativer Anomalfläche.

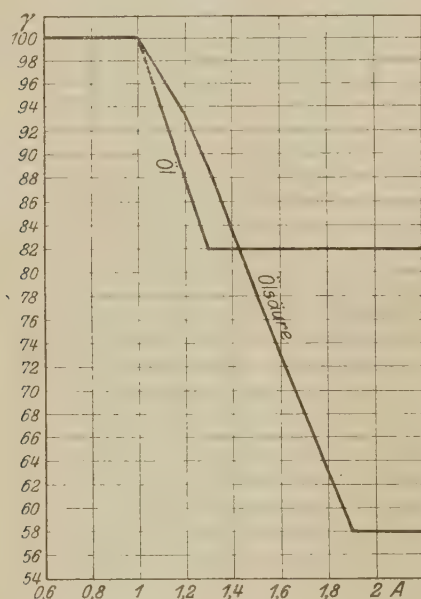
Wurden im vorigen Abschnitt die absoluten Anomalflächen verschiedener Stoffe miteinander verglichen, so wollen wir uns jetzt mit der zweiten der oben aufgeworfenen Fragen beschäftigen, indem wir die Kurve aufsuchen, welche die Oberflächenspannung als Funktion der relativen Anomalfläche A darstellt und zwar zunächst für möglichst säurefreies Öl. Wie schon bemerkt, findet im normalen Zustande, der die Werte der relativen Anomalfläche von 0 bis 1 umfaßt, überhaupt keine merkliche Änderung der Spannung statt; die Kurve ist hier eine horizontale Gerade, um dann bei weiterer Verkürzung der Oberfläche oder Zunahme von A plötzlich steil abzufallen.

Um den Verlauf mittels der Oberflächenrinne genauer festzustellen, empfiehlt es sich, nicht die Lage des Schiebers selbst zu beobachten, sondern diejenige eines mit ihm parallelen schwimmenden Drahtes, dessen rechtwinklig umgebogene Enden nur wenig von den Trogwänden abstehen und dadurch eine Drehung des Drahtes beim Vor- und Zurückgehen verhindern. Indem man die Oberflächenlänge an dieser schwimmenden Marke abliest, die jeder Bewegung des Schiebers folgt, vermeidet man den aus etwa am Schieber erfolgenden Durchbrüchen entspringenden Fehler.

Ferner ist es zweckmäßig, nicht die Spannungen für gegebene Oberflächenlängen abzulesen, sondern umgekehrt die Oberflächenlänge für gegebene Spannungen, indem man nach jedem Abreißen der Wage das Laufgewicht um eine gleiche Strecke weiterrückt (was nahe gleichen Spannungsunterschieden entspricht), und dann die

Oberfläche wieder bis zum Abreißen verkürzt. Aus den abgelesenen Oberflächenlängen werden nachher die relativen Anomalflächen berechnet.

Anstatt die Oberfläche zu verkleinern, kann man A natürlich auch durch sukzessive Zuführung gleicher Ölmengen vergrößern, doch würde es hier zu weit führen, die verschiedenen anwendbaren Methoden zu beschreiben. Es soll nur festgestellt werden, daß sie für Öl befriedigend übereinstimmende Kurven ergaben. Führt man die zu untersuchende Substanz wie oben mit Hilfe eines Lösungsmittels ein, so erhält man sie wegen der Eigenverunreinigung des letzteren niemals ganz rein, wodurch der Verlauf der Spannungskurve verändert werden kann. Für diese Untersuchung ist es daher besser, falls die Substanz flüssig ist, sie direkt mit der Wasseroberfläche



in Berührung zu bringen. Es genügt, mit dem äußersten Ende eines frisch geglühten Drahtes die Oberfläche des Öls und darauf die des Wassers zu berühren, um eine beträchtliche Anomalfläche zu erhalten.

Die Spannungskurve des gereinigten Provenceroils ist zugleich mit derjenigen der Ölsäure durch nebenstehende Figur dargestellt. Die Oberflächenspannung γ ist in relativem Maß, nämlich in Hundertsteln der normalen ausgedrückt.

Nach Eintritt des anomalen Zustandes ist die Abnahme von γ eine schnelle und nahe proportional der Zunahme der relativen Verunreinigung A , so daß sie durch die Formel ausgedrückt werden kann:

$$\gamma_n - \gamma = k(A - 1),$$

oder

$$\gamma = \gamma_n - k(A - 1),$$

wo γ_n die normale Oberflächenspannung und k eine Konstante bedeutet, die für Öl = 0,6, für Ölsäure = 0,46 ist.

Bei $A = 1,3$ weist nun aber, wie die Abbildung zeigt, die Spannungskurve des Öls einen zweiten Knick auf; sie wird plötzlich wieder horizontal, und zwar um so genauer, je reiner das Öl ist. Eine weitere Verkürzung der Oberfläche oder Zuführung von Öl ist dann wieder fast so wirkungslos wie im normalen Zustande. Dafür zeigt sich bei mikroskopischer Beobachtung eine Trübung der Wasseroberfläche durch feine Öltröpfchen. Die Oberflächenlösung ist dann gesättigt und das überschüssige Öl schlägt sich in Tröpfchen nieder, ohne die Spannung weiter zu beeinflussen. Dehnt man die Oberfläche aus, so lösen sich die Tröpfchen wieder auf, und erst nach ihrem völligen Verschwinden beginnt γ wieder zu steigen. *H. Devaux* vergleicht dieses Verhalten mit dem Niederschlag und der Auflösung eines Nebels, obwohl er der Ansicht ist, daß es sich um Absonderung dickerer Tröpfchen aus einer monomolekularen Ölschicht handelt. Mir scheint es auf die Existenz einer Oberflächenlösung hinzuweisen, bei deren Sättigung ein wirklicher Niederschlag erfolgt.

Die Spannungskurve des reinen Öls ist umkehrbar, d. h. die Kurve beim Ausdehnen fällt mit derjenigen beim Verkleinern zusammen, und sie ist auch von der während der Beobachtung verfließenden Zeit unabhängig.

Die analoge, auch nicht viel von der Geraden abweichende Kurve der Ölsäure fällt im anomalen Zustande etwas flacher ab, und der zweite Knick liegt bedeutend tiefer. Für Öl beträgt die Sättigungsspannung 0,82, für Ölsäure dagegen nur 0,59 der normalen (bei Zimmertemperatur).

Nahe dieselben Werte von γ erhält man, wenn man einen Tropfen der betreffenden Flüssigkeit auf die Wasseroberfläche fallen läßt. Bestäubt man dieselbe vorher mit Lycopodium, so wird dieses sofort nach dem Auffallen des Tropfens gegen den Rand des Gefäßes geschleudert, während der Tropfen selbst, ohne sich auszubreiten, in der Mitte liegen bleibt. Was sich um denselben ausbreitet, ist der unsichtbare Lösungsstrom des Öls bzw. der Ölsäure, und dieser stellt in der Umgebung des Tropfens augenblicklich die Sättigungsspannung γ_s her. Solange auf der Oberflächenrinne ein Tropfen einer solchen wirksamen Flüssigkeit schwimmt, kann γ weder durch Ausdehnen erhöht noch durch Zusammenschieben erniedrigt werden, ausgenommen um ein geringes während des Schiebens. Auch die Sättigungsspannung der Stearinsäure läßt sich bei entsprechend hoher Temperatur durch Aufsetzen eines Tropfens auf die reine Oberfläche destillierten Wassers ermitteln, welcher sich dann ebenso verhält, wie ein Ölsäuretropfen. Bei 75° C wurde $\gamma_s = 0,47$ gefunden; für Ölsäure bei derselben Temperatur = 0,52 in relativem Maß. Sobald aber das Wasser nicht chemisch rein ist, verwandelt sich die Oberflächenlösung in der Umgebung des Stearinsäuretropfens sogleich in eine starre Haut.

Die Erscheinungen, wie sie soeben beschrieben

wurden, stellen den idealen Fall einer chemisch einheitlichen, bei der Beobachtungstemperatur flüssigen Substanz auf chemisch reinem Wasser dar, bisher nur annäherungsweise verwirklicht an Kahlbaumscher Ölsäure und sorgfältig gereinigtem Provenceröl. Meistens jedoch liegt die Sache viel verwickelter. Ist zum Beispiel das Öl, wie es die käuflichen Öle stets sind, mit freien Fettsäuren vermennt (Oläin und Palmitin scheinen in ihrer Mischung wie ein einziger Stoff zu wirken), so tritt der zweite Knick der Spannungskurve nicht so scharf hervor, da die Fettsäuren bei anderen Spannungen gesättigt sind als das Öl, und die Kurve wird zwar flacher, aber nicht vollkommen horizontal. Dies gilt für gemischte Substanzen überhaupt. Eine Folge hiervon ist, daß die Spannung einer Oberfläche, auf der sich gewöhnliches Öl in Tropfenform befindet, nicht wie bei dem gereinigten Öl von der Menge des Öls unabhängig ist, sondern um so niedriger ausfällt, je mehr Öl auf dem Wasser schwimmt. Frisch aufgesetzte Tropfen geben dann noch Lösungsströme (von Fettsäure), während diejenigen der älteren Tröpfchen bereits erschöpft sind.

Ferner erleidet eine Oberflächenlösung, wenn sie längere Zeit besteht, oft chemische Veränderungen. Bei Fettsäuren treten diese auf gewöhnlichem Wasser bereits sehr schnell ein, so daß bei Versuchen mit denselben der Gebrauch von frisch destilliertem Wasser unbedingt erforderlich ist. Die Eigenschaften einer mit Stearin- oder Ölsäure verunreinigten Wasseroberfläche sind je nach der Beschaffenheit des Wassers ganz und gar verschieden, aber auch die mit Öl verunreinigte zeigte nach 24 stündigem Stehen eine veränderte Spannungskurve.

Bei festen Stoffen, wie Stearinsäure, Palmitinsäure, Harz und Myristin wurde bei Zimmertemperatur überhaupt kein scharfes Umbiegen der Kurve im anomalen Zustande beobachtet, sondern hier nahm γ auch bei sehr großem A immer noch während der Verkürzung der Oberfläche ab, um nachträglich bei ruhender Scheidewand wieder zu steigen. Dieses Wiederansteigen wird immer rascher, je größer A , doch ist der dabei erreichte definitive Wert von γ ziemlich unbestimmt. Das Verhalten läßt sich so deuten, daß der Niederschlag aus der Oberflächenlösung nicht, wie bei einer Flüssigkeit, augenblicklich erfolgt, sobald eine bestimmte Konzentration A erreicht ist, sondern infolge von Übersättigung die Spannung noch weiter sinkt und der nachträgliche allmähliche Niederschlag fester Teilchen das Wiederansteigen verursacht. Umgekehrt steigt beim Ausdehnen der Oberfläche γ rasch bis auf den normalen Wert und sinkt dann wieder nachträglich, indem sich der Niederschlag auflöst. Die absolute Anomaliefläche erleidet infolgedessen während des Zusammenschiebens eine Verkürzung, wogegen sie sich bei stark ausgedehnter Oberfläche wieder verlängert, und die Kurve ist auf dem Rückwege steiler als auf dem Hinwege, eine von W. B.

Hardy als „Hysteresis“ bezeichnete und auch von mir bereits 1893 beobachtete Erscheinung.

Um den Einfluß der Zeit auszuschalten, wurde immer zwischen zwei möglichst schnell ausgeführten Ablesungen von A die Oberfläche bis zum Normalwerden wieder ausgedehnt. Die so erhaltenen Kurven waren in den meisten Fällen ziemlich geradlinig und steil, während man nach anderen, mehr Zeit erfordernden Methoden mehr gekrümmte und flachere Kurven erhält.

Bei sehr großer Anomalie nimmt die Oberfläche in allen Fällen ein trübes Aussehen und einen hohen Grad von Zähigkeit an, welche letztere oft — so bei Harz und Stearinsäure — in Starrheit übergeht. Das Wasser erscheint dann mit einer zusammenhängenden Haut bedeckt, die sich mit dem Schieber abstreifen läßt.

IV. Oberflächeneffekt von Lösungen und Suspensionen.

Bei den bisher besprochenen Versuchen wurden die wirksamen Substanzen entweder direkt durch ihren Lösungsstrom oder mit Hilfe eines flüchtigen Lösungsmittels von außen in die Oberflächenschicht des Wassers eingeführt, sie können aber, wie sie schon oben erwähnt, auch aus dem Innern der Flüssigkeit an die Oberfläche gelangen. Dies geht schon daraus hervor, daß, wenn man in der Oberflächenrinne die von selbst mit der Zeit stattfindende Zunahme der relativen Anomaliefläche mißt, man die Geschwindigkeit dieser Zunahme je nach der Herkunft und Beschaffenheit des Wassers sehr verschieden findet.

Lösungen anorganischer Salze sind, wofern die Salze keine organischen Staubeilchen enthalten, nicht oberflächenaktiv: ihre Oberfläche bleibt beim Stehen an der Luft ebenso lange normal, wie die des reinen Wassers. Die nach der Gibbs'schen Theorie zu erwartende verminderte Oberflächenkonzentration nach Herstellung des Gleichgewichts scheint sonach nicht ausreichend zu sein, um die Spannung merklich zu beeinflussen. Dagegen fand auf Lösungen von Gelatine, Gerbsäure und Hühnereiweiß ein rasches spontanes Sinken von γ statt.

Das bekannteste Beispiel einer stark oberflächenaktiven Lösung ist die Seifenlösung. Die Oberflächenspannung konzentrierter Seifenlösungen ist scheinbar konstant, und nur durch Messungen während einer sehr raschen Erneuerung der Oberfläche, wie sie Rayleigh an schwingenden Strahlen ausgeführt hat, läßt sich nachweisen, daß sie in Wirklichkeit anomal ist. Bei schwächeren Lösungen kann man schon in der Rinne während des Schiebens γ variieren; doch geht es, sobald der Schieber stillsteht, immer sofort auf den definitiven Wert 0,37 zurück. Je verdünnter die Lösung ist, desto langsamer erfolgt, sowohl nach Ausdehnung als nach Kontraktion, die Wiedereinstellung auf $\gamma_s = 0,37$, die Sättigungsspannung des Natriumoleats, und bei ganz schwacher Lösung endlich kann man γ_{∞} er-

reichen, das dann von der Normalspannung 1 des reinen Wassers nicht verschieden ist. Führt man Natriumoleat nur in die Oberfläche von reinem Wasser — durch Lösungsstrom — ein, so ist γ_s nicht so klein; man erhält dann vielmehr die Spannungskurve der Ölsäure, was auf hydrolytische Zersetzung der Seife hindeutet.

Ganz ähnlich wie Seifenlösungen verhalten sich Emulsionen von Fetten und Fettsäuren, auch Suspensionen fester Fette und Fettsäuren, die durch Schütteln mit heißem Wasser und Erkaltenlassen entstanden sind, besonders aber auch Harzsuspensionen. Durch Eintropfen alkoholischer Harzlösungen in Wasser erhält man die letzteren je nach der Konzentration der Lösung in bläulich weißer bis schön blauer Farbe. Die Werte, auf welche sich γ von selbst einstellt, lagen bei den Harztrübungen gewöhnlich zwischen 0,70 und 0,88, waren jedoch nur bei starken Trübungen scharf bestimmt.

Wie hat man sich nun den Vorgang des Anomalwerdens der Oberfläche einer Suspension oder Lösung vorzustellen? Die oberflächenaktiven Lösungen sind wohl ausnahmslos als kolloide zu betrachten, also nur als eine feinere Form von Suspension oder Emulsion. Gelangen nun suspendierte Teilchen einer wirksamen Substanz an die Oberfläche (was durch die Brownsche Molekularbewegung immer aufs neue veranlaßt wird), so entwickeln sie unter dem Einfluß der Oberflächenspannung naturgemäß einen Lösungsstrom; es werden Moleküle von ihnen abgerissen und in die kapillare Oberflächenschicht des Wassers hineingezogen, um hier eine Lösung zu bilden. Ebenso wäre es denkbar, daß die komplexen Teilchen einer kolloidalen Lösung in der Oberfläche zu kleineren Molekülen dissoziiert würden, und somit die Oberflächenschicht eine Lösung von anderer Art bildete als das Innere der Flüssigkeit. Ist die Oberflächenlösung gesättigt, so würden sich bei weiterer Zunahme ihrer Konzentration wieder größere Teilchen ausscheiden und teilweise in die tieferen Schichten übergehen, wodurch ein Steigen von γ bewirkt würde.

In vielen Fällen könnte man auch mit *Freundlich* das Anomalwerden der Oberfläche kolloidaler Lösungen als Adsorptionsvorgang auffassen, so daß einfach die Konzentration an der Oberfläche erhöht würde. Da indessen die Wirkung derjenigen suspendierter Teilchen völlig analog ist, so müßte dann auch die von schwimmenden Fetttröpfchen oder Harzteilen ausströmende Oberflächenverunreinigung als Adsorption bezeichnet werden.

Oberflächenaktive Suspensionen zeigen beim Schütteln vielfach eine starke Schaumbildung, obwohl die Frage nach dem Zusammenhange des Schäumens mit der Oberflächenanomalie noch keineswegs völlig geklärt ist. Fällt nun der Schaum wieder zusammen, so bedeutet dies eine ungeheure Verkleinerung der Ober-

fläche, und diese bewirkt, daß sich beim Platzen der Blasen starre Häute abscheiden, die bei erneutem Schütteln auch in das Innere der Flüssigkeit übergehen. Bei längerem Schütteln z. B. einer Harzsuspension nimmt der Schaum mehr und mehr ein trübes und starres Aussehen an, und es ballen sich schließlich aus demselben Harzkörnchen von schaumiger Struktur zusammen. Der Vorgang erinnert so sehr an die Ausscheidung der Butterklümpchen aus der Milch beim Buttern, daß es nahe liegt, auch die letztere als einen ähnlichen Oberflächenprozeß und die Schaumbildung als das Wesentliche dabei zu betrachten.

V. Anomalie der Grenzflächen.

Bisher war nur von an Luft grenzenden Flüssigkeitsoberflächen die Rede; die Grenzfläche von Wasser gegen andere Flüssigkeiten hat aber ebenfalls die Fähigkeit, anomal zu werden, ja sie scheint es meist schon nach kurzer Berührung zu sein. Schichtet man Benzol oder Petroleum 1 bis 2 cm hoch über eine sorgfältig gereinigte Wasseroberfläche, so sinkt das γ_{1-2} der Grenzfläche in kurzer Zeit beträchtlich unter den anfänglichen Wert, wie durch Versuche mit der Kohäsionswaage festgestellt werden konnte. Der Grund hierfür dürfte nicht nur in der gegenseitigen Löslichkeit der Flüssigkeiten, sondern zum Teil auch darin zu suchen sein, daß in der oberen Flüssigkeit gelöste organische Stoffe sich in der Wasseroberfläche ansammeln; denn die Abnahme von γ_{1-2} erfolgt anscheinend um so langsamer, je dünner die Benzol- bzw. Petroleumschicht ist, und sie ist andererseits viel stärker, wenn das Petroleum mit Harz verunreinigt wurde.

Die Anomalie der Grenzfläche spielt eine große Rolle bei der Ausbreitung anderer Flüssigkeiten auf Wasser, welche ja an die Bedingung $\gamma_1 - \gamma_2 > \gamma_{1-2}$ geknüpft ist. Wird also γ_{1-2} durch Lösung oder Adsorption verunreinigender Substanzen in der Grenzschicht verkleinert, so befördert dies natürlich die Ausbreitung.

Reine, chemisch einheitliche Flüssigkeiten, die mit Wasser nicht mischbar sind, breiten sich auf diesen im allgemeinen nicht zu dünnen Schichten aus. Enthalten aber Öle oder flüssige Kohlenwasserstoffe Spuren von Harz oder freien Fettsäuren, so breiten sie sich bis zum Erscheinen von Interferenzfarben aus. Ebenso gibt Terpentinöl desto dünnere zusammenhängende Schichten, je älter, also harzhaltiger es ist. Aus dem Verhalten eines auf eine frische Wasseroberfläche gesetzten Tropfens kann man bei einiger Erfahrung mit Sicherheit auf den Grad der Reinheit der betreffenden Flüssigkeit schließen.

Ist andererseits die äußere Wasseroberfläche anomal, so wird dadurch die Ausbreitung wieder gehemmt, denn einen je größeren Flächenraum der sich ausbreitende Tropfen bedeckt, desto kleiner wird γ_1 , bis bei einem bestimmten Werte $\gamma_1 = \gamma_0 = \gamma_2 + \gamma_{1-2}$ wird und damit die Aus-

breitung zum Stillstand kommt. Diese Gleichgewichtsspannung γ_g gibt ein exaktes Maß für die Ausbreitungstendenz einer Flüssigkeit ab.

Eine an sich wirksame Flüssigkeit wird sich auf ursprünglich reiner Wasseroberfläche nur dann ausbreiten, wenn $\gamma_g < \gamma_s$; im umgekehrten Falle wird die Ausbreitung, wie bei dem vollkommen reinen Öl, durch den eigenen Lösungsstrom verhindert. Ist das Öl jedoch fettsäurehaltig, so ist γ_g kleiner als das γ_s des Öls; es breitet sich bis zu Farben dünner Blättchen aus, wie man es bei den käuflichen Ölen stets beobachtet. Allerdings ist auch diese Ausbreitung in den meisten Fällen nur eine vorübergehende, denn nachdem auf der umgebenden Wasseroberfläche $\gamma_s = 0,83$ erreicht ist, das Öl selbst sich also nicht mehr löst, dauert immer noch ein langsamerer Lösungsstrom der in ihm enthaltenen freien Fettsäuren fort, durch welchen γ_1 allmählich bis unter γ_g erniedrigt wird. Hierdurch wird bewirkt, daß sich die Ölschicht unter Löcherbildung und Einschnürung wieder vom Wasser zurück und zu linsenförmigen Tröpfchen zusammenzieht.

Sehr schöne Farbenerscheinungen erhält man mit gereinigtem Öl oder Petroleum, in dem Harz, am besten Mastix gelöst ist. Die Verunreinigung durch Harz bewirkt nämlich nicht, wie diejenige durch Fettsäuren, ein nachträgliches Zerreißen der Schicht; die Oberfläche in der Rinne wird vielmehr von einem Tropfen der Flüssigkeit gleichmäßig bedeckt und erscheint in einer einzigen Farbe, welche bei der Vergrößerung der Oberfläche der Reihe nach in alle anderen Farben dünner Blättchen übergeht. Dabei erweist sich γ_g — also offenbar γ_{1-2} — in hohem Maße von der Schichtdicke abhängig, so daß es mit zunehmender Dicke abnimmt. Wenn nun die mit harzhaltigem Olivenöl bedeckte Fläche ausgedehnt wird, so steigt die Spannung bis auf γ_s , bei welcher durch den Lösungsstrom des Öls ein plötzliches Zerreißen der Schicht eintritt. Bei einer sehr starken Harzlösung erfolgt die Zerreißung erst bei äußerst geringer Dicke (im Dunkelgrau erster Ordnung), bei schwächeren Lösungen bei um so größerer Dicke, je kleiner die Konzentration, so daß jeder Konzentration eine ganz bestimmte „Zerreißungs-farbe“ entspricht.

Die folgende Tabelle, in welcher die den Farben beigefügten Ziffern die Ordnung der Interferenzfarbe bedeuten und γ in absolutem Maß ausgedrückt ist, mag diese Gesetzmäßigkeit noch besser veranschaulichen. Zu der mit C 1 bezeichneten Lösung wurden 100 mg Mastix auf 3 ccm gereinigtes Olivenöl genommen, die sich indessen nicht ganz lösten, und die Lösungen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ sind aus dieser durch Verdünnung auf das zwei- bzw. vierfache Volum hergestellt.

Petroleum-Harzlösungen verhalten sich analog, nur daß hier die Zerreißung statt bei 6,18 mg pro mm erst eintritt, wenn γ_g gleich der normalen Wasserspannung wird, und daß die Konzentration

Farbe	Gleichgewichtsspannung		
	C 1	C $\frac{1}{2}$	C $\frac{1}{4}$
	mg/mm	mg/mm	mg/mm
Dunkelgrau	6,18		
Hellgrau	6,03		
Gelb I	5,80	6,18	
Gelbgrün II	5,65	5,99	6,18
Violett III	5,57	5,94	6,16
Grün III	5,49	5,89	6,14
Rot IV	5,37	5,80	6,03
Farblos	5,04	5,34	5,72

der dünnen Schichten sich infolge der Verdunstung ziemlich schnell ändert. Eine Abnahme der Grenzflächenspannung mit der Zeit ist bei solchen farbegebenden Schichten außerdem vorhanden, was sich dadurch bemerklich macht, daß ein frisch aufgesetzter und ein älterer Tropfen, die sich auf derselben Oberfläche ausgebreitet haben, nach Herstellung des Gleichgewichts ungleiche Farben annehmen.

Hiermit möge die gedrängte Übersicht über ein Erscheinungsgebiet abgeschlossen werden, das, so unwichtig es auf den ersten Blick erscheint, doch berufen sein dürfte, nicht nur in Bezug auf theoretisch interessante Probleme, sondern auch in seiner Anwendung auf die Kolloidchemie und Biologie mehr und mehr an Bedeutung zu gewinnen.

Die Fettbildung durch niedere pflanzliche Organismen und ihre gewerbliche Verwertung.

Von Dr. B. Heinze, Halle a. d. Saale,
Vorsteher der bakteriolog. Abteilung der agrikulturchemischen
Versuchsstation.

Im höheren Pflanzenreiche ist das Vorkommen von Fett genugsam bekannt. Es findet sich jedenfalls in sehr vielen Pflanzen und zwar meist in Gestalt von fetten Ölen und flüchtigen Ölen. Im allgemeinen sind es in den einzelnen Pflanzenteilen freilich nur verschwindend kleine Mengen. Etwas reichlichere Mengen scheint nach neueren Untersuchungen und Beobachtungen außer der Rinde auch das Laub mancher Bäume und Sträucher zu enthalten, und zwar namentlich im Herbst. Die größten Mengen Öl findet man in den Samen der verschiedensten Pflanzen. Nur verhältnismäßig wenige Pflanzen unserer Breiten liefern indessen so viel Öl, daß an eine lohnende gewerbliche Verwertung gedacht werden kann. Immerhin werden bei uns und vor allem in südlicheren Gegenden mancherlei Pflanzen der verschiedensten Familien zur Ölgewinnung benutzt und in vielen Gegenden als Ölfrüchte angebaut, soweit sie nicht schon als wildwachsende Pflanzen zur Gewinnung von Öl herangezogen werden.

Unter den niederen Pflanzen scheinen vor allem viele Pilzarten öfters größere Mengen Fett

und Öl zu führen, wie z. B. der Lärchenschwamm, die Steinpilze und die Pfifferlinge. Besonders große Mengen Fett dürften alsdann nach Zukal¹⁾ und Fünfstück²⁾ die meisten kalkbewohnenden Krustenflechten³⁾ enthalten, wobei das Fett vom ersten Forscher lediglich als Vorratsstoff, vom zweiten Forscher hingegen als besonderer Ausscheidungsstoff betrachtet wird. An irgendeine besondere gewerbliche Gewinnung von Fetten oder Ölen aus solchen niederen Pflanzen scheint man jedoch bisher noch nicht herangetreten zu sein.

Aber auch unter den *allerniedrigsten* Pflanzen, den überall vorhandenen Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen ist die Fettbildung außerordentlich weit verbreitet. Allerdings sind die von ihnen gebildeten Mengen Fett oder Öl selbst bei ihrer Massenzüchtung in den meisten Fällen nur sehr gering.

Nach ausführlicheren Mitteilungen von Hugo Fischer in Lafars technischer Mykologie (Bd. 1 S. 283 u. ff., einem Sammelberichte über die Bildung von Fetten, höheren Alkoholen und ähnlichen verwandten Stoffen) scheinen sich zunächst unter den zahllosen Bakterien namentlich die gefährlichen Erreger der Schwindsucht (die sog. Tuberkelbazillen) durch bedeutenden Fettgehalt hervorzutun. Nach Fischers Angaben hat dies zuerst wohl Hammerschlag⁴⁾ festgestellt. Die von ihm angegebenen Zahlen werden aber von denen anderer Forscher (mit etwa 40 % Äther- bzw. Alkoholauszug) noch übertroffen. Einzelne Forscher nennen auffallend hohe Zahlen für den Fettgehalt. Es sind jedenfalls ganz außerordentlich hohe Zahlen für den Gehalt der Tuberkelbazillen an Fettstoffen. Ihre große schädliche Wirkung für Mensch und Tier dürfte vielleicht u. a. auch mit auf dieser ungewöhnlichen Fettspeicherung beruhen. Als besonders fetthaltig werden dann von einem anderen Forscher (Saita) die Rasen der sog. Aktinomycespilze oder Streptothrixpilze angegeben⁵⁾. Es sind Bakterien, die auch im Erdboden viel vorkommen und neben anderen Kleinwesen des Bodens namentlich bei der Bildung von Humusstoffen (aus Pflanzenresten, Laub usw.), aber auch bei der weiteren Zersetzung der Humusstoffe wesentlich beteiligt sind. Von Arthur Meyer⁶⁾ wird auch der Bazillus tumescens Zopf als sehr fettreich bezeichnet. Dieser bildet meist unregelmäßig zusammengelagerte Haufen. Die einzelnen Bakterien sind durch starke Gallertbildung (sog. Zoogloen) vereinigt und werden durch sie fest zusammengehalten. Sie bilden so pilzfähnliche Fäden und gehören als wichtige

Fäulniserreger zu den sog. Proteusarten. Viele Bakterien bilden auch Glykogen, tierische Stärke oder Leberstärke, einen Stoff, der neben anderen Stoffen als Fettbildner im höheren und niederen Tierreiche eine wesentliche Rolle spielt, der aber im höheren Pflanzenreiche überhaupt nicht vorkommt. Ziemlich reichliche Glykogenmengen findet man alsdann bei vielen Schimmelpilzen und Hefen in bestimmten Entwicklungszuständen und zwar bei günstiger Ernährung mit Kohlenhydraten oder ihnen ähnlichen Stoffen: Unter diesen Mikroben finden sich auch viele gute Fettbildner.

Während aber nach den bisherigen Beobachtungen unter den Bakterien eine reichliche Glykogen- und Fettbildung selten in einer Art vorhanden zu sein scheint, wurde bei Pilzen, Hefen und hefeähnlichen Organismen schon vor langer Zeit neben reichlichen Glykogenmengen auch ziemlich viel Fett gefunden. So speichert die Hefe nach Angaben von Nägeli und Löw¹⁾ etwa 5 % Fett auf. Je nach der Zusammensetzung des Nährbodens wurden bei Schimmelpilzen von beiden Forschern 0,53 bis 11,25 % Fett in den Pilzfäden gefunden. Nach 4 Wochen langem Wachstum auf 1 % Phosphorsäurelösung stieg nach ihren Angaben der Fettgehalt sogar bis auf 50,5 % an. Bei Hefen wurde bisher von verschiedenen Seiten ein Glykogengehalt bis zu etwa 30 %, in einzelnen Fällen bis zu 50 % beobachtet. Wir selbst konnten bei früheren Hefeuntersuchungen in günstigen Fällen nur bis zu 20 und 25 % Glykogen feststellen. Nach diesen Beobachtungen scheint die Glykogenbildung bei reichlicher Kohlehydratnahrung namentlich vom Säuregehalt und von der Durchlüftung des Nährbodens abhängig zu sein. Eine wesentliche Rolle spielt jedenfalls auch die Menge und Art der Phosphorsäure, je nachdem diese als ein-, zwei- oder dreibasisches Salz geboten wird. Das Glykogen tritt übrigens nach unseren eigenen Beobachtungen besonders gegen das Ende der Hauptgärung auf und verschwindet zum größten Teile wieder während der Nachgärung. Auch bei der sog. „Selbstgärung“ der Hefe spielt das Glykogen eine wichtige Rolle. Auf die Fettbildung aus Glykogen im besonderen, wie auch auf die Fettbildung durch Hefen, Pilze und Bakterien im allgemeinen²⁾ wurde jedoch früher noch wenig ge-

¹⁾ S. oben Fischers nähere Angaben in Lafars techn. Mykologie. Bd. I, S. 283 u. ff.

²⁾ Nach neueren Beobachtungen von uns über den Zellinhalt niederer Organismen kann man übrigens besonders bei den sogen. Azotobakterorganismen (als den wichtigsten freilebenden stickstoffsammelnden Mikroben) in bestimmten Entwicklungszuständen auffallend große Mengen Glykogen neben meist nur geringen Mengen Fett beobachten. Etwas größer scheinen neben den großen Glycogenmengen die gebildeten Fettmengen immer dann zu sein, wenn es namentlich in Rohkulturen zu üppigen Kahmhautbildungen kommt. Bei solchen entwickeln sich meist auch reichlich viel Amöben. Die Glycogen- und Fettbildung bei den Azotobakterorganismen ist für deren Fähigkeit, den freien ungebundenen Stickstoff der Luft zu binden und ihn in reichlichen Mengen als Körper-

¹⁾ S. botan. Ztg. 1886, Bd. 44, S. 761.

²⁾ S. Lichenes in Engler und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien, Bd. 1, Abtg. 1 und Festschrift für Schwendener. 1899. S. 341.

³⁾ Von den Algen scheinen namentlich die Diatomeen oder Kieselalgen ebenfalls beträchtliche Mengen Fett bzw. Öl zu führen.

⁴⁾ S. Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte 1888. Heft 19. (Vgl. Angabe in Lafars techn. Mykologie.)

⁵⁾ ⁶⁾ S. oben Fischers nähere Angaben in Lafars techn. Mykologie. Bd. I, S. 283 u. ff.

achtet. Diese Fettbildung durch die verschiedensten Mikroben hat erst in der jetzigen schweren Kriegszeit erhöhte Bedeutung gewonnen und zwar um so mehr, als es Prof. Dr. P. Lindner am Berliner Institut für Gärungsgewerbe geglückt ist, starke Fettbildung u. a. auch bei einem längst bekannten hefeähnlichen Pilze nachzuweisen. Durch geeignete Massenzüchtungen des Pilzes hat sich die Fettbildung obendrein schon so steigern lassen, daß mit großer Aussicht auf Erfolg — ähnlich der Gewinnung der sog. Mineralhefe als Futter- und Nahrungsmittel¹⁾ — bald auch an die gewerbliche Fettgewinnung mit Hilfe jenes hefeähnlichen Pilzes gedacht werden konnte: Es ist der Pilz *Endomyces vernalis*, der schon vor etwa 25 Jahren in den Saftflüssen der verschiedensten Bäume von Prof. Dr. Ludwig (Greiz) aufgefunden wurde. Seine Fähigkeit, Fett zu bilden, ist jedoch erst jetzt von Lindner erkannt worden, und zwar besonders im Zusammenhange mit den Forschungen, die er seit zwei Jahrzehnten verfolgt, um einen Überblick über Hefegärungen an natürlichen Standorten zu gewinnen. Solche Orte sind namentlich die Saftflüsse beschädigter Bäume, die Honigbehälter der Pflanzen, die Wundstellen an reifenden und verletzten Früchten, ferner der Darmkanal aller jener Tiere, die sich vor allem von Stärke und zuckerhaltigen Stoffen nähren. Nicht vergessen darf man in dieser Hinsicht den Boden mit seinen stärke- und zuckerhaltigen Wurzelresten aller Art. Der Erdboden muß nach Hansen überhaupt als wichtigster Überwinterungsort der gärenden Hefen betrachtet werden. Wesentlich gefördert wurden die Lindnerschen Untersuchungen durch zahlreiche Sendungen befreundeter Biologen und früherer Schüler. Von ersteren besonders durch Ludwig. Von ihm wurden Jahre hindurch zurzeit der Eichen- und Birkenflüsse im Frühjahr Pilzproben eingesandt. Gemische von Mikroben der verschiedensten Art wurden im Institut für Gärungsgewerbe durch mikrophotographische Aufnahmen festgehalten. Von manchen Sendungen der Saftflüsse mit ihren Mikrobengemischen wurden auch Reinzuchten zu gewinnen gesucht und diese nach ihrer morphologischen und physiologischen Seite hin näher untersucht und gekennzeichnet.

Das gleiche versuchte Lindner mit einer Sen-

eiveiße festzulegen, nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen jedenfalls nicht unwesentlich, sondern wahrscheinlich sehr bedeutungsvoll. Über den Vorgang der Stickstoffaufnahme selbst, über die Anlagerung von N an bestimmte Zellstoffe weiß man z. Z. noch nichts Gewisses. Möglicherweise hat man es bei der mikrobiologischen Stickstoffbindung hinsichtlich der zuerst gebildeten N-haltigen Stoffe mit karbaminsauren Salzen zu tun. Durch weitere Bildung von zusammengesetzten Amidosäuren und ihre gegenseitige Kupplung könnten dann stufenweise die einzelnen Organismeneiweißkörper entstehen. (Vgl. unsere diesbez. Mitt. im Jahresber. f. angew. Bot. 1910, S. 47.)

¹⁾ Und zwar als besonders eiweißreiches Nahrungs- und Futtermittel.

dung von Milchfluß einer Birke, die ihm ein ehemaliger Schüler, Herr Schrettenfeger, aus einer Feldstellung in Russisch-Polen zugehen ließ. Lindner erhielt ungefähr das gleiche Bild wie aus den zahlreichen früheren Greizer Proben. Aber diesmal verfolgte Lindner zum ersten Male genauer das Verhalten der vorwiegend vertretenen Art (*Endomyces vernalis* Ludwig) in den angelegten Reinkulturen. Beim Durchmustern älterer Tröpfchenkulturen, in keimfrei gemachtem Biere, fand er eine auffallend kräftige Fettbildung, die ihm bei früheren Untersuchungen vollständig entgangen war. Diese hatten sich allerdings auch immer nur auf jüngere Entwicklungszustände des Pilzes bezogen. —

Nachdem ungefähr gleichzeitig vom Leiter des Instituts, Geheimrat Prof. Dr. Delbrück, die Suche nach Fetthefen und ihrer Züchtung im Großen als eine besondere Kriegsaufgabe angeregt worden war, war zugleich eine zielbewußte Beschäftigung mit dem gewonnenen Pilze gesichert.

Obwohl noch andere sog. Fetthefen in der Institutssammlung vorhanden waren, so z. B. die von Lindner schon 1891 entdeckte und in erster Linie als „Fetthefe“ bezeichnete *Torula pulcherrima* mit ihren kugeligen und ölerfüllten Zellen (an deren gewerbliche Verwertung nach den Mitteilungen von Dr. Stockhausen die Herren Prof. Dammer und Prof. Holde übrigens bereits Ende 1913 gedacht hatten), wurde dennoch *Endomyces vernalis* zur weiteren Prüfung bevorzugt, weil er in den verschiedensten Nährlösungen keine Gärung hervorruft. Leider können die sonst für Hefezüchtungen vorhandenen Einrichtungen nicht benutzt werden, weil der *Endomyces*-pilz wesentlich andere Eigenschaften, als die gewöhnlichen Kulturhefen zeigt. Es mußten also zunächst neue Aussaat- und Überimpfungsverfahren ausgearbeitet werden. Alsdann mußte auch die Fettbestimmung in der Pilzmasse zuerst genauer durchgearbeitet werden, um ein vorteilhaftes Züchtungsverfahren aufzufinden. Die chemischen Untersuchungen wurden von Dr. Stockhausen und dessen Assistenten Erikson erledigt. Vor der Prüfung der einzelnen Verfahren waren einige Versuche auch vom Kgl. Rohstoffprüfungsamte ausgeführt worden, die auf die Gewinnung des Öles aus den Zellen durch hohen Druck abzielten. Sie blieben aber erfolglos. Hingegen gelang es Prof. Dr. Marcusson, auf chemischem Wege das Öl aus der Zelle zu gewinnen, ohne die Eigenschaft des Öles selbst zu ändern. Das Verfahren scheint sehr vorteilhaft zu sein. So wird man den Pilz nicht nur als solchen in trockener Form (als Nährmittel) in den Handel bringen, sondern auch sein Öl besonders nutzbar machen können. Nach Lindners Erörterungen sollen Ernten von 50 bis 60 % Fett durchaus im Bereiche einer gewerblichen Ausbeute liegen, wenn auch bisher nur etwa 47 % (auf Trockenmasse des Pilzes berechnet) erzielt wurden. Durch Verbrennen kleiner Mengen trockener Pilzmassen kann man

zeigen, daß sie wie ein Öllicht aufleuchten. Hinsichtlich der Ernährung scheint nach den bisherigen Erfahrungen der Pilz wenig anspruchsvoll zu sein. Die verschiedensten Zuckerarten (mit etwas schwefelsaurem Ammoniak als Stickstoffnahrung) können als Kohlenstoffquelle dienen. Daß man die Fett bildende Fähigkeit des Pilzes nicht nur gewerblich, sondern auch im Haushalte ausnützen kann, läßt sich leicht durch Kahlhautbildungen auf schwach gezuckerter Kartoffelsuppe zeigen. Die Haut hat nach *Lindners* Angaben etwa 24 % Fett in der Trockenmasse. Auch bei Gemüsesuppen, die meist von vornherein schon etwas Zucker enthalten, können nach wenigen Tagen ähnliche Ernten beobachtet werden: Die Haut fühlt sich schleimigfettig an und schmeckt sahnig ohne jeden unangenehmen Beigeschmack, wofür man sie nur durch Wässern von der anhaftenden Nährlösung genügend befreit. —

Den Saftfluß der Birken, Hainbuchen, Eichen usw. im Frühjahr hat *Ludwig* mit „*Milchfluß*“ bezeichnet. Nach den inzwischen festgestellten Eigenschaften des Endomycespilzes ist diese Bezeichnung auch sehr zutreffend: Die Pilzmassen bilden für die junge Kleintierwelt, namentlich für die Insekten das, was für die jungen Säugetiere die Milch ist. Je nach dem Nährboden kann man fettreiche oder fettarme Ernten erzielen und schließlich auch ganz fettfreie. Die Zuckerarten werden nicht vergoren. Daher wird auch kein Alkohol gebildet. Ein Teil des Zuckers wird für die Bildung der schleimigen Zellwände, ein anderer Teil für die Atmung und die Fettbildung verbraucht. Das gewonnene Öl ist dem Oliven- oder Palmöl ähnlich und enthält nur geringe Mengen freier Fettsäuren. Es kann sehr gut auch zur Gewinnung von Natron- und Glycerinseifen verwandt werden.

Der Endomycespilz ist in seinen Zellformen sehr mannigfaltig. Auch konnte *Lindner* eine gelatine-verflüssigende und eine gelatine-nicht-verflüssigende Art in Reinzucht erhalten, die jedoch beide in älteren Zuchten rückfällig werden, d. h. sie gehen beide ineinander über.

Damit ist von *Lindner* wieder ein Beispiel gegeben, wie in der wissenschaftlichen und gewerblichen Mikrobiologie noch eine Fülle von dankbaren Aufgaben zu bearbeiten sind. Nach *Lindner* gibt es auch sog. „Fettpilze“, die das Fett durch Platzen der Zellwand zum Teil selbst entleeren. Der Zellinhalt sammelt sich an der Flüssigkeitsoberfläche an. Aus diesem Verhalten folgert *Lindner*, daß die fettbildenden Zellen weniger als Fortpflanzungszellen, sondern vielmehr als Köder für die Insektenwelt und damit für die Verbreitung der Arten eine wesentliche Bedeutung haben¹⁾. —

¹⁾ Die vorstehenden Mitteilungen und Erörterungen über den Endomycespilz gründen sich in der Hauptsache auf die verschiedenen Veröffentlichungen von *Lindner* in den Berichten d. deutschen Bot. Gesellschaft,

Wie schon *Löw* früher mitteilte (s. oben), dürfte für die Fettbildung durch Pilze — neben geeigneter C-Nahrung für sie — namentlich reichliche Mengen Phosphorsäure eine große Rolle spielen. Auch die Art der Phosphorsäure als ein-, zwei- oder dreibasisches Salz dürfte nach unserer Ansicht wichtig sein und zwar zunächst für die Fettbildung als solche und dann für die Höhe der Ausbeute. Wie weit man nach bestimmten Vorbehandlungen auch andere Rohstoffe, wie z. B. manche Pflanzen- und Wurzelreste (nach ihrer Einsäuerung oder sonstigen Säurebehandlung) oder an Kohlenstoffverbindungen reiche Abwässer u. a. auch zur mikrobiologischen Fettgewinnung noch wird ausnützen können, das kann natürlich erst eine fernere Zukunft lehren. Die Möglichkeit ist jedenfalls nicht ausgeschlossen. Als Stickstoffquelle könnte vielleicht u. a. der billigere Harnstoff (in der Jauche) und des N in allerhand Pflanzen- und Wurzelresten herangezogen werden. Für die Massenzüchtung von fettbildenden Mikroben wird man übrigens in geeigneter Weise u. a. vor allem auch für eine gute Lüftung der Zuchten sorgen müssen. Schließlich möge nicht unerwähnt bleiben, daß *Lindner* ein Jahr vorher auch schon die tierische Mikrobienwelt zur gewerblichen Fett- und Eiweißgewinnung zu verwenden und massenhaft zu züchten suchte und zwar auf Grund von Beobachtungen, die er namentlich beim Züchten von Essigälchen, Milben, Essigfliegen u. dergl. gemacht hatte. Diese Bestrebungen sind indessen bisher noch zu keiner praktischen Bedeutung gediehen. Über sie soll erst später in dieser Zeitschrift einiges berichtet werden.

Kleine Mitteilungen.

Der türkische Völkerkreis in Kultur und Geschichte. Für das allgemeine Bewußtsein fällt der Begriff „Türken“ zusammen mit dem osmanischen Staatswesen; tatsächlich erstreckt er sich jedoch nach Raum und Zeit weit darüber hinaus. Das osmanische Türkentum ist nur ein Endglied einer weit verzweigten Sprachgemeinschaft, die sich über einen großen Teil von Asien und Osteuropa erstreckt. Dazu gehört alles, was man in Rußland und zum Teil auch auf der Balkanhalbinsel als „Tataren“ bezeichnet, so im Wolgagebiet, in Kaukasien, der Krim und der Dobrudscha; ferner zahlreiche Völker Sibiriens bis zu den Jakuten an der Lena, die Mehrzahl der Bewohner von Turkestan und des Tarimbeckens bis in das westliche China hinein, endlich ein erheblicher Teil der Bevölkerung von Iran. Die Gesamtzahl der türkisch sprechenden Völker veranschlagt *Oberhummer* auf mindestens 30 Millionen, davon etwa 15 Millionen im Russischen Reich.

Ursprünglich nach Rasse und Sprache den eigentlichen Mongolen nahestehend, hat das türkische Volkstum bei seiner Ausbreitung ähnlich wie die Indo-

in der Wochenschrift für Brauerei, namentlich aber auf den Bericht von Dr. *Stockhausen* über einen Vortrag *Lindners* auf der Tagung des Märkischen Bezirksvereins der Verbandschemiker am 21. 3. 1916. (Siehe Zeitschrift f. angew. Chemie, 1916, Nr. 47.)

germanen auch auf Völker ganz anderen Stammes übergriffen, und damit seine früheren Rassenmerkmale vielfach ganz verloren. Die osmanischen Türken, wie es in Lehrbüchern und Atlanten gewöhnlich geschieht, zur Mongolenrasse zu rechnen, ist daher ganz falsch, ebenso wie bei den Ungarn und Finnen.

Die Heimat des Türkenvolkes muß am nördlichen Gebirgsrand von Innerasien gesucht werden. Dort entstand schon um 1200 v. Chr. das Reich der türkischen Hiongnu, deren Name uns später in den Hunnen wieder begegnet. Türkische Völker waren ferner die Avaren, Petschenegen, Chazaren und die Kumanen in Ungarn. Durch die neueste Forschung ist auch sicher gestellt, daß die früher für finnisch gehaltenen Bulgaren türkischen Ursprungs sind. Der Name der Türken selbst findet sich zuerst bei römischen Schriftstellern des 1. Jahrhunderts n. Chr. und allgemein bei byzantinischen Geschichtsschreibern seit der Mitte des 6. Jahrhunderts. Damals bestand in Innerasien ein vom Altai bis an die Grenzen Persiens sich erstreckendes großes Reich, das zum erstenmal als türkisches bezeichnet wird, sowohl bei den Byzantinern, die schon im 6. Jahrhundert von der „Türkei“ sprechen, wie bei den Chinesen (Tu-kiu) und in einheimischen türkischen Quellen. Byzantinische Gesandtschaftsberichte geben uns ein anschauliches Bild von der Macht und dem Glanz der damaligen türkischen Herrscher. In dem großen Epos des Persers *Firdusi* spiegelt sich der Gegensatz des türkischen und des iranischen Kulturkreises.

Die letzten Jahrzehnte haben uns durch die Bemühungen von *Wilh. Thomsen* und *W. Radloff* die Entzifferung der in eigentümlicher runenähnlicher Schrift gehaltenen Denkmäler dieses Reiches in Sibirien und der Mongolei gebracht. Sie reichen bis zur Mitte des 8. Jahrhunderts, wo das alte Türkenreich dem Ansturm eines anderen türkischen Volkes, der Uiguren, erlag. Unter letzteren erreicht die selbständige türkische Kulturentwicklung ihren Höhepunkt; ein im 11. Jahrhundert in Ost-Turkestan, wo die uigurische Sprache noch heute fortlebt, verfaßtes ethisches Werk, das *Kudatku-Bilik* oder „Glückliches Wissen“, in einer kostbaren Handschrift der Wiener Hofbibliothek aufbewahrt, ist das bedeutendste Denkmal dieser Kulturperiode. Seit Anfang des 13. Jahrhunderts übernahmen die Mongolen die Führung in den Staatenbildungen Asiens von China bis zum Schwarzen Meer. Aber die Mehrheit in den von mongolischen Fürsten beherrschten Reichen bildeten türkische und türkisierte Völker, die seit etwa 1000 fast alle eifrige Bekenner des Islam geworden waren. Auf diesen türkischen Bestandteilen der alten Mongolenreiche beruht die heutige tatarische Bevölkerung Rußlands. Aus Turkestan ist das türkische Element auch nach Persien und in die arabische Kulturwelt des Kalifenreiches und Ägyptens vorge drungen, wo es schon seit dem 9. Jahrhundert eine führende Rolle zu spielen beginnt. Unter den Nachkommen Seldschuks, eines um 1000 in Turkestan auftretenden Nomadenfürsten, breitet sich die Türkenmacht auch politisch erst über Iran und Indien, dann über das Byzantinische Kleinasien aus, wo seit etwa 1300 das griechische Volkstum fast ganz türkisiert wird. Auf dem Weg durch Iran hat das seldschukische Türkentum in Sprache, Literatur und Kunst soviel von arabischen und persischen Elementen in sich aufgenommen, daß bis heute die westliche türkische Kultur eine eigentümliche Mischung aus drei ursprünglich ganz verschieden gearteten Bestandteilen aufweist. Die seldschukische Herrschaft in Kleinasien war kurz; sie

umfaßt kaum mehr als zwei Jahrhunderte, aber noch heute bilden die Bauten jener Epoche in Konia und anderwärts die Bewunderung der Reisenden.

Aus dem Seldschukischen Reich ist das Osmanische geboren worden, benannt nach seinem Gründer Osman, der sein kleines Lehen im nordwestlichen Kleinasien seit 1300 zu einem selbständigen Staat gestaltete. Durch kriegerische Tüchtigkeit und zielbewußte Politik der ersten Herrscher hat sich der junge Staat rasch zur führenden Macht im Orient emporgeschwungen und wurde als Vorkämpfer des Islam bald zum Schrecken der Christenheit. Die Eroberung Konstantinopels 1453 und Ägyptens 1517, womit der Übergang der Kalifenwürde an das Haus Osmans verbunden war, dann Ungarns 1526, sind die wichtigsten Marksteine in der äußeren Entwicklung des Reiches. Dem Höhepunkt der Macht im 16. Jahrhundert entspricht auch die Glanzzeit osmanischer Literatur und Kunst. Mit dem Rückschlag vor Wien 1683 beginnt der Niedergang und der fortschreitende Verlust von Ländergebieten, die das Reich in der Fülle seiner Entwicklung sich äußerlich angliedern, aber nicht innerlich verschmelzen konnte. Diese Rückbildung hat sich fortgesetzt bis zum letzten Balkankrieg, der die Türkei fast ihres ganzen europäischen Besitzes beraubte. Die Zurückdrängung des Reiches auf die alten Kerngebiete hatte eine innere Kräftigung und eine Stärkung des Nationalbewußtseins zur Folge; sie fand Ausdruck in der jungtürkischen Bewegung und neuerdings in der als Turanismus bezeichneten Richtung. Letzterer schwebt das echte, ursprüngliche Türkentum als Vorbild vor; in Sprache und Literatur sollen die fremden Bestandteile möglichst durch rein türkische ersetzt werden. Die Macht der nationalen Bewegung ist im jetzigen Weltkrieg offenbar geworden. Auf sie gestützt, hat die Türkei, gleich Deutschland und Österreich-Ungarn von unseren Feinden an den Wurzeln ihrer Existenz bedroht, den Kampf um Sein und Nichtsein aufgenommen. Die gemeinsame Gefahr hat sie uns auf Leben und Tod verbunden. Ihr Sieg ist auch der unsere. (*Eugen Oberhammer, Geograph. Zeitschr.*, 1916 Heft 2 und 11, 1917 Heft 2. Selbstanzeige.

Neue tiergeographische Forschungen in Amerika. Die zoologischen Veröffentlichungen der California-Universität bringen in ihren letzten Heften mehrere tiergeographische Arbeiten, aus deren Inhalt die folgenden Ergebnisse von allgemeinerem Interesse sein dürften:

Im südöstlichen Washington sind drei Haupttypen der Vegetation zu erkennen. Längs des Columbiaflusses erstreckt sich ein Gebiet, in dem Beifuß (*Artemisia tridentata*) die vorherrschende Pflanze ist; weiter östlich bildet Büschelgras (*Agropyron spicatum*) den Hauptbestandteil der natürlichen Vegetation, und noch weiter östlich sind die „Blauen Berge“ größtenteils mit Nadelholzwäldern bedeckt. Entsprechend diesen Verschiedenheiten der Pflanzenwelt sind wichtige Verschiedenheiten in den Arten der Wirbeltiere dieser drei Gebiete vorhanden. Jedes Faunengebiet setzt sich wieder aus mehreren Wohnsitzen zusammen, von denen jeder eine besondere Lebensgemeinschaft von Wirbeltieren aufweist. *Dice* unterscheidet folgende Wohnsitze und Lebensgemeinschaften: I. Im Beifußfaunengebiet: 1. Beifuß; 2. Felsenhänge; 3. Weiden; 4. Ufer; 5. Wasser; 6. Luft. II. Im Grasfaunengebiet: 1. Büschelgras; 2. Felsenhänge; 3. Pappeln und Weiden; 4. Ufer; 5. Wasser; 6. Luft. III. Im Faunengebiet der Blauen Berge: 1. Felsenhänge; 2. gelbe Kiefer (*Pinus ponder-*

rosa); 3. Säckelblume (*Ceanothus velutinus*); 4. Alpen-
tanne (*Abies lasiocarpa*); 5. Marschlandtanne (*Abies*
grandis); 6. Ufer; 7. Wasser; 8. Luft. Das Beifuß-
faunengebiet gehört zu der Großen-Becken-Abteilung
der sonorisches, das Faunengebiet der Blauen Berge zu
der kanadischen Unterabteilung der holarktischen Re-
gion. Das Grasfaunengebiet zeigt Beziehungen sowohl
zu der Fauna der Rocky Mountains, mit der auch die
Fauna der Blauen Berge nahe verwandt ist, wie zu der
Fauna des Großen Beckens. Die Tierwelt des Gras-
faunengebietes ist wahrscheinlich durch eine Mischung
der Elemente der beiden anderen Gebiete entstanden.
Die Erhaltung der Eigenart dieser Tierwelt beruht auf
den klimatischen Grenzen, die sie von der Beifußfauna
und der Fauna der Blauen Berge trennen. Die drei
Faunengebiete verteilen sich auf drei Lebenszonen. Das
Beifußfaunengebiet gehört zu der oberen südlichen Zone,
das Grasfaunengebiet und ein Teil des Faunengebietes
der Blauen Berge zu der Übergangszone, der übrige Teil
des Faunengebietes der Blauen Berge zu der nördlichen
Zone. —

Ein hervorstechender Zug in der Topographie des
südöstlichen Kalifornien ist eine Kette von schroffen
Hügeln, die unter dem Namen „Turtle Mountains“
(Schildkrötengebirge) bekannt ist. Sie gehört zur
Wüste des unteren Coloradotales, das durch gemäßigte
Winter- und sehr hohe Sommertemperaturen, geringen
und sporadischen Regenfall, sehr geringe relative
Feuchtigkeit und beträchtliche Luftbewegung ausge-
zeichnet ist. Die hohe Wintertemperatur bedingt wahr-
scheinlich die große Anzahl von Eidechsen. Nirgends
in den Vereinigten Staaten sind diese so zahlreich, so-
wohl an Arten als auch an Individuen, als längs des
unteren Coloradoflusses.

Innerhalb des Gebietes der Turtle Mountains können
wenigstens acht „Gegenden“ mit eigenartiger Pflanzen-
welt, Tierwelt und Bodenbeschaffenheit unterschieden
werden. Die Verbreitungsgrenzen der Reptilien und
Amphibien dieses Gebietes sind meist sehr scharf. Zwei
vereinzelte Eidechsenarten (*Uma notata* und *Xantusia*
vigilis) sind ganz auf je eine Gegend beschränkt, und
keine, wenn auch noch so häufige Spezies kommt in
allen Gegenden vor, obgleich dafür physische Ursachen
nicht angegeben werden können. Von den 8 Gattungen
der Leguane gehen nur drei weit über die Grenzen des
trockenen Südwestens hinaus. Alle sind nahe mitein-
ander verwandt und gehören zu einer einzigen Gruppe
innerhalb der Unterfamilie. Viele der Verschieden-
heiten zwischen diesen Gattungen scheinen adaptiv zu
sein und den Verschiedenheiten in der Natur des Wohn-
ortes zu entsprechen.

Einer der typischen Wüstenwohnorte ist durch losen
Sand charakterisiert. Viele bemerkenswerte Anpassun-
gen der Wüstenreptilien scheinen durch diese Be-
schaffenheit des Aufenthaltsortes bedingt zu sein. Bei
einer Schlange, zwei Eidechsen und einer Kröte ist das
Rostrum besonders stark entwickelt und überragt den
Mund. Diese Tiere „schwimmen“ in dem Sand durch
seitliche Bewegungen des Kopfes. Die Augenlider der
grabenden Eidechsen sind gefranst und legen sich mit
ihren verdickten Rändern dicht aneinander, und die
Nasenlöcher können zusammengedrückt werden. Bei
einer sandliebenden Wüstenkröte (*Phrynosoma*
platyrhinos) ist die Ohröffnung gewöhnlich durch
die Haut bedeckt, während dies bei anderen
Spezies derselben Gattung nicht der Fall ist. Die
Zehen der Vorder- und Hinterfüße sind bei der am
meisten charakteristischen amerikanischen Sandeidechse
Uma notata durch einen Rand von verlängerten Schup-

pen verbreitert und in dieser Hinsicht gewissen Wüsten-
spezies in anderen Teilen der Welt gleichgebildet. Bei
vielen Arten ist die Farbe des Tieres der der Um-
gebung angepaßt. Farbenwechsel bei Eidechsen kann
mit dem Wechsel der Jahreszeiten eintreten oder bei Er-
regung oder bei der Veränderung der Bodenfarbe. Die
Schenkeldrüsen der Eidechsen sondern eine Substanz ab,
die während der Fortpflanzungszeit von Nutzen zu sein
scheint. Bei vielen Wüsteneidechsen ist die Periode
der größten sexuellen Betätigung, vom April bis Juli,
beim Männchen mit einer gesteigerten Sekretion dieser
Drüsen verbunden. Die täglichen und jährlichen Ge-
wohnheiten der Wüstenreptilien scheinen in einigem Zu-
sammenhang mit der Verbreitung der Spezies zu stehen.
Diejenigen Arten, die auf die heißesten Teile der Wüste
beschränkt sind, werden zu allen Tagesstunden während
des Sommers und kaum jemals im Winter gesehen. *Uta*
stansburiana, die einzige Wüsteneidechse in dem küh-
leren pazifischen Küstengebiet, wird am spätesten durch
die Winterkälte vertrieben und kommt an warmen
Tagen am frühesten hervor. Die meisten, wenn nicht
alle amerikanischen Wüstenreptilien, bedürfen kein
Wasser. —

Im Sommer 1911 unternahmen *Annie M. Alexander*
und *Louise Kellogg* zwei Reisen zur faunistischen und
floristischen Erforschung des Trinitygebietes im nörd-
lichen Kalifornien. Die Trinity-, Salmon- und Scott-
gebirge bilden eine Kette zwischen der Sierra Nevada
und der Küste und gehen im Norden durch die
Siskiyouberge in das Kaskadengebirge über. Sie bieten
ein interessantes tiergeographisches Problem; denn die
Faunen der Sierra Nevada im Osten, der Küste im
Westen und der Kaskaden im Norden sind durchaus
verschieden voneinander. Es kann daher erwartet wer-
den, daß die Fauna des Trinitygebietes durch eine Ver-
mischung der Formen aus allen drei Richtungen ent-
standen ist.

Louise Kellogg zählt 47 Säugetiere und 95 Vögel
aus der Trinityregion auf. Auf Grund dieses Materials
gibt *Grinnell* folgende Kennzeichnung der Wirbel-
tierfauna des betreffenden Gebietes: Die Trinity-
region Nordkaliforniens ist in bezug auf ihre
boreale Fauna viel näher mit der Kaskadenfauna
als mit der Küstenfauna verwandt. Sie steht der Sierra-
Nevada-Fauna näher als der Kaskadenfauna und kann
dem Sierra-Nevada-Faunengebiet als eine Subfauna zu-
gerechnet werden. Die Trinityregion enthält einige so-
norische „Inseln“, deren Fauna der des Sacramentotales
sehr ähnlich ist. Die endemische Eigenart des Trinity-
gebietes ist sehr gering. Es besitzt nur fünf ihm eigen-
tümliche Rassen oder Spezies, von denen nur eine gut
gekennzeichnet ist. Zur Erklärung der Tatsache, daß
die Trinityberge keine Fauna besitzen, die von der der
Sierra Nevada scharf unterschieden ist, lassen sich
folgende drei Gründe anführen: 1. das Fehlen unüber-
schreitbarer Grenzen; 2. die Ähnlichkeit des Klimas;
3. die geringe Ausdehnung des Gebietes im Vergleich
mit der der benachbarten Gebirgsmassen. —

Die Wasserratten des Genus *Holochilus* waren bis-
her nur aus dem östlichen Südamerika bekannt; das
Auffinden eines unreifen Exemplares im östlichen Peru
und die Entdeckung der neuen Spezies *Holochilus ama-*
zonicus aus dem mittleren Amazonengebiet durch *Os-*
good beweisen, daß ihre Verbreitung viel ausgedehnt-
er ist.

W. M.

Über die Biologie eines Schilfgallen bewohnenden
Hautflüglers. In den Gallen der Schilf-Gallen-Fliege
(*Lipara lucens* Meig.), welche am gemeinen Schilf-

rohr (*Phragmites communis* L.) häufig vorkommen, fand *Hugo Schmidt* (Grünberg in Schlesien) gut die Hälfte aller im 2. Jahre stehender Gallen besetzt mit den Larven eines *Hymenopters*, des zu der Familie der *Sphingiden* gehörigen *Diphlebus unicolor* F. Die Gallen zeigten äußerlich, wie *Schmidt* in der *Zeitschr. für wissenschaftl. Insektenbiologie* (Bd. 12, 1916, Heft 11/12) berichtet, keinerlei Spuren davon, daß sie in ihrem Innern Gäste beherbergten. Machte man aber durch die Gallen einen Längsschnitt, so lagen in den 3 bis 5 Zellen, in welche der röhrenförmige Hohlraum der Gallen durch Zwischenwände eingeteilt ist, je 1 Larve (häufig zeigten sich allerdings nicht alle Zellen des Galleninnern besetzt). Ende März, zu welcher Zeit *Schmidt* seine Beobachtungen machte, waren die Larven schon sehr weit in ihrer Entwicklung fortgeschritten, sie waren 7—8 mm lang und lagen gekrümmt und in den allermeisten Fällen mit dem Kopf nach oben in ihrer Behausung. Besonders auffallend war die starke Einschnürung der einzelnen Segmente. Das fraßlose Stadium, das der Verpuppung vorausgeht, scheint von ziemlich langer Dauer zu sein; denn erst am 15. Mai fanden sich die ersten Puppen in den Zellen. „Es erfolgt demnach die Verpuppung im Freien etwa Ende April oder Anfang Mai.“ Auch die Puppen, welche durch die 2 mm starke, sehr harte, holzige Wandung der Galle und die diese außen umschließenden Blattscheiden eine sehr geschützte Lage haben, sind von derselben dunkelzitronengelben Färbung wie die Larven.

Beim Übergang vom Puppen- zum Imaginalstadium ergaben sich besonders in bezug auf die Ausfärbung und die letzte Häutung interessante Befunde. „Die Ausfärbung, d. i. in dem besonderen Falle von *Diphlebus unicolor* der Übergang von Dunkelgelb zu Tief-schwarz, beginnt in den vorderen Teilen des Körpers und schreitet allmählich nach hinten weiter. Zuletzt färben sich Hinterleibsspitzen und Tarsen und Fühler aus. Es geht bei dieser Färbung zunächst das Gelb ins Grünliche, dann ins Grünlich-Schwarze und zuletzt in das tiefe glänzende Schwarz des vollständig entwickelten Tieres über.“ — Der ganze Ausfärbungsprozeß ging bei den beobachteten Exemplaren in etwa 2 mal 24 Stunden vorstatten. Noch während des Ausfärbungsvorganges einsetzende „zitternde und später kurze seitlich zuckende Bewegungen“ der Hinterschienen und Hintertarsen stehen nach den Beobachtungen *Schmidts* mit den Vorgängen der letzten Häutung in Zusammenhang. An diesen Bewegungen nimmt nach vollendeter Ausfärbung auch der Hinterleib teil, „indem er sich bald streckt, so daß die Vereinigungsstellen der Segmente als tiefe Einschnitte erscheinen, bald wieder zusammenzieht“. Diese anfänglich zuckenden Bewegungen „werden bald lebhafter und wechseln mit Krümmungen und Drehungen. Sie haben schließlich ein Ablösen der Puppenhaut vom Hinterleibstiele zur Folge“. — Wenn die Bewegungen auch auf das mittlere und das vordere Beinpaar übergreifen, beginnt nach bald die Haut des Kopfes zu reißen; sie löst sich meistens offenbar nicht in einem Stück, sondern in einzelnen Fetzen los. Am schwierigsten scheint das Abstreifen der Haut über den mittleren Thorax und die Flügel vor sich zu gehen. „Hier helfen namentlich die Hinterbeine mit, deren Schienen nach außen drücken, während sich die Endfußglieder an der Bauchseite zwischen Hinterleib und die eingerollte Haut einstemmen. Dazu treten Streckungen des Hinterleibs nach oben und zurück und Kopf- und Thoraxbewegungen. Erleichtert wird die Arbeit durch

die besonders starke Menge von Feuchtigkeit, welche sich innerhalb der Flügelscheiden absondert.“ — Die Flügel sind kurz nach ihrer vollkommenen Ausbreitung noch glasig milchig und lassen zunächst noch keine Nervatur erkennen, „erst nach und nach tritt die natürliche Färbung und deutliche Aderung ein“. „Auf die Befreiung der Flügel, die sich seitwärts des Körpers ausbreiten, folgt eine Erschöpfungspause von einigen Minuten, während der die zurückgestreifte Haut am 3. Hinterleibssegment hängen bleibt. Durch Zusammenziehen der letzten Hinterleibsringe wird sie dann später bis zur Hinterleibsspitze zurückgezogen, an der sie noch kurze Zeit befestigt erscheint.“ — Der ganze Vorgang der damit beendeten letzten Häutung war etwa in 20 Minuten vollzogen. Die Absonderung der Häutungsflüssigkeit, die zwischen Puppenhaut und Körper tritt, scheint ihres grünlichen Tones wegen mit dem Verfärbungsprozeß in innigstem Konnex zu stehen. Nach dem Abstreifen der Puppenhaut tritt vorerst eine oft mehrere Stunden währende Ruhepause ein, die Flügel bleiben ausgebreitet, die Beine an den Leib angepreßt in derselben Lage, wie sie sie während des Puppenstadiums eingenommen hatten. „Doch spürt man an dem unausgesetzten Zittern aller Beintteile, das mit häufigem Zucken abwechselt, daß eine große Lebenswelle das Tier durchflutet.“ Erst allmählich treten Bewegungen der Beine, der Fühler, des ganzen Körpers in die Erscheinung. „Besonders auffällig machen sich jetzt auch unausgesetzte Bewegungen der Mundteile.“ Sind die Flügel und die Extremitäten einmal erst in der richtigen Lage, dann sind bald die ersten Gehversuche zu beobachten. Erst taumelnd und ungelenk werden sie immer sicherer, bis das Tier nach wenigen Stunden seine volle Bewegungsfähigkeit erlangt hat.

H. W. Fr.

Zur Fortpflanzung der Infusorien. Man hat bis ziemlich in die neueste Zeit hinein geglaubt, daß die Infusorien sich zwar lange ungeschlechtlich, durch wiederholte Zweiteilung, vermehren und so der Rechnung nach schon bald zu ungeheuren, ja unfassbar großen Mengen anwachsen können, aber von Zeit zu Zeit sich einer Art von Verjüngung unterziehen müssen, um nicht auszusterben. Sie seien demnach gleich den höheren Tieren dem normalen Tode verfallen. Die Verjüngung komme durch die Konjugation, d. h. die zeitweilige Verschmelzung zweier Individuen miteinander, zustande; zwar führt dieser Vorgang nicht zur Vermehrung, indessen teilen sich hinterher die auf solche Weise gekräftigten Infusorien um so rascher, so daß der anfängliche Verlust bald ausgeglichen wird, und der Kreislauf des Lebens wieder beginnen kann. Diese von sehr bedeutenden Zoologen aufgestellte und verfochtene Lehre erlitt allerdings in dem letzten Jahrzehnt eine Erschütterung, indem *P. Enriques* in Bologna 1903—07 darlegte, daß die bisherigen Beobachtungen vom normalen Tode der Infusorien wohl auf Vergiftung der Kulturen durch Bakterien beruhen; er selber züchtete von der Gattung *Glaucoma* nahezu 700 Generationen, ohne etwas von der sogenannten senilen Degeneration zu sehen, und ohne daß sich die Tiere durch Konjugation zu erholen brauchten. Daher ist er der Meinung, die Vermehrung könne bei den Einzelligen durch Teilung *bis ins Unendliche* fortgesetzt werden, solange die Lebensbedingungen in der Kulturflüssigkeit dieselben bleiben, und nur äußere Umstände, nicht aber innere Notwendigkeiten führen zur Konjugation. Schon etwas früher hatte der Amerikaner *G. N. Calkins* denselben Erfolg

wie durch die Konjugation durch eine andere Art der Ernährung oder Zusatz von Chemikalien zum Wasser erreicht und so vom Pantoffeltierchen (*Paramecium*) nahezu 750 Generationen ohne Konjugation gezüchtet. Dieses erfreuliche Resultat hat nun sein Landsmann *L. L. Woodruff* außerordentlich erweitert, und es lohnt sich wohl, einen Augenblick hierbei zu verweilen, da sich zugleich ein Bild von der mühsamen Weise derartiger Forschungen gewinnen läßt. Am 1. 5. 1907 brachte *W.* aus einem kleinen Aquarium ein einziges Pantoffeltierchen in einige Tropfen eines Heuaufgusses; die durch zweimalige Teilung hieraus hervorgegangenen 4 Exemplare bildeten die ersten Glieder von ebensoviele Reihem, die jede für sich weiter gezüchtet wurden, aber nicht mehr in Heu-, sondern in sorgfältig bereiteten Aufgüssen von allerlei Stoffen aus Teichen, Sümpfen usw., die sicher dem Leben der Infusorien zuträglich sind. Bis Juni 1914, also in rund 2600 Tagen, waren alle 4 bis zu über 4500 Generationen gediehen, ohne den geringsten Verlust an Energie und ohne irgendwelche auffällige Änderungen im feineren Baue. So oft sich in einer der 4 Reihem ein Tierchen geteilt hatte, wurde eins der beiden Jungen mit einer Pipette weggenommen und in frisches Nährwasser übertragen. Das mußte demnach im Durchschnitte häufiger als viermal täglich geschehen, und über jedes dieser kostbaren Wesen war genau Buch zu führen. Da *W.* im Sommer einige Monate in der Zoologischen Station von Woods Hole (Mass.) zubrachte, so wanderten die Zuchten regelmäßig mit ihm dorthin und ebenso im Herbst zurück nach der Yale-Universität in New Haven (Conn.), wurden mithin nie aus dem Auge gelassen. Allerdings kam es in dieser so langen Zeit auch zu regelmäßigen Schwankungen in der Schnelligkeit der Teilungen, aber solche „Rhythmen“ führten nie zum Tode, sondern die Tiere erholten sich bei geeigneter Nahrung von selbst wieder. In dem neuesten, ausführlichen Berichte hierüber, den *Woodruff* in Gemeinschaft mit der deutschen Zoologin *Rh. Erdmann* Ende 1914 veröffentlichte, wird nun gezeigt, daß durchschnittlich in jedem Monat einmal die Teilungen langsamer erfolgten, aber die Tiere durch eine merkwürdige innere Umwälzung („*Endomixis*“) sich wieder kräftigten. Auf die feineren Vorgänge hierbei, die von den beiden Forschern an 6 von der Hauptzucht abgezweigten Reihem 6 Monate lang eifrig studiert wurden, soll hier nicht eingegangen werden; vielmehr genüge es, zu sagen, daß die *Endomixis* (die innigere Mischung von Kern- und Zellsubstanz, als sie gewöhnlich stattfindet) zur Schaffung eines neuen Kernapparates führt, so daß das Tier sein normales Leben wieder aufnehmen kann. Neben dieser Art von Wiederaufbau — wenn man so sagen darf — ist aber die andere, schon längst bekannte, nämlich die Konjugation, ebenfalls möglich, und beiderlei Vorgänge leisten offenbar dasselbe: sie stellen den feineren Bau und damit das rege Leben wieder her und geben den Tierchen die Möglichkeit zum Variieren, d. h. zur Bildung neuer Rassen. Warum aber ein Infusor einmal sich durch *Endomixis*, also ohne Zuführung fremder Körperteile, das andere Mal durch Konjugation, wo ja beide Tiere Material austauschen, vermehren muß, das bleibt immer noch zu erforschen. (*S. Journ. Exper. Zool. Philadelphia* Vol. 17, 1914, p. 425 bis 520.) M.

Über den Nachweis von Schädigungen der Wolle hat Stabsapotheker *O. Sauer* interessante Untersuchungen angestellt, die ein bemerkenswertes Ergebnis liefern. Während man bisher zur Beurteilung der Güte und Dauerhaftigkeit von Wollegespinnst und -geweben fast nur auf die mechanische Prüfung (Festigkeit, Dehnbarkeit usw.) angewiesen war, bemühte sich *Sauer* um die Auffindung einer chemischen Prüfungsmethode, die einen Anhalt zur Beurteilung von Schädigungen der Wolle bei ihrer Verarbeitung liefert. Er fand eine solche Methode, indem er mittels alkalischer Wasserstoffsuperoxydlösung einen Teil der Wolle in Lösung brachte, in dieser Lösung den Stickstoffgehalt ermittelte und diesen Wert dem Gesamtstickstoffgehalt der Wolle gegenüberstellte. Der Anteil des „löslichen“ Stickstoffs erwies sich nun als sehr verschieden, je nachdem die Wolle in ungefärbtem oder gefärbtem Zustande oder nach sonstiger Behandlung untersucht wurde. Besonders stark trat diese Veränderung hervor, nachdem die Wolle längere Zeit dem Sonnenlicht ausgesetzt war. So stieg bei einer Wolleprobe der Gehalt an „löslichem“ Stickstoff (in Prozenten des Gesamtstickstoffs ausgedrückt) durch viermonatige Einwirkung des Sonnenlichts von 17,9 auf 26,0, im ungefärbten Zustande sogar von 13,3 auf 44,5. Offenbar erleidet also das Wollkeratin unter dem Einfluß des Lichtes eine starke chemische Veränderung, die durch das Färben der Wolle erheblich abgeschwächt wird. Diese neue Untersuchungsmethode scheint für die Praxis recht bedeutsam zu werden, und man darf den weiteren Mitteilungen des Verfassers, die aus dienstlichen Gründen erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen können, mit Interesse entgegensehen. (*Zeitschr. f. angew. Chemie*, 1916, Bd. I, S. 424.) S.

Bisher wurde vermutet, daß die kleinen im Harne anwesenden Nitratsmengen von den mit der Nahrung bzw. mit dem Trinkwasser aufgenommenen Nitraten stammen. Von *H. H. Mitchell* ist nun gemeinsam mit *H. A. Shonle* und *H. S. Grindley* in Versuchen an Menschen und Haussäugetieren gezeigt worden, daß die mit dem Harne ausgeschiedene Menge von Nitraten größer ist, als jene mit der normalen Nahrung aufgenommene Menge. Setzt man andererseits Nitrate der Nahrung zu, so erscheinen dieselben nur zum Teile (75—85 %) wieder im Harne, während ein anderer Teil vermutlich im Körper reduziert wird. Wenn also trotzdem unter normalen Umständen mehr Nitrate im Harne erscheinen als mit der Nahrung aufgenommen werden, so müssen diese zum großen Teile anderen Quellen als jenen der Nahrung und des Trinkwassers entstammen. Die in der Luft vorhandenen Mengen von Salpeter- bzw. salpetriger Säure sind weitaus zu gering, um eine etwaige Aufnahme derselben durch die Lungen für das Plus der Nitratausscheidung verantwortlich zu machen. Es bleibt also nur die Annahme übrig, daß ein Teil der im Harn vorhandenen Nitrate in den Geweben des Organismus durch *Oxydation nichtoxydierter Stickstoffradikale* gebildet wird. Eine theoretische Betrachtung dieses Ergebnisses erachten die genannten Forscher vor Erweiterung des experimentellen Materials für zwecklos, jedenfalls aber ist zum ersten Male die wichtige Tatsache einer *Oxydation des Stickstoffes im Tierkörper* mit Sicherheit festgestellt worden. (*Journ. of Biol. Chem.* Bd. 24/4, 461, 1916.) J. M.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 11.

16. März 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik.
Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie. Von Privatdozent Dr. Moritz Schlick, Rostock. S. 161.

Die Beziehungen der Schlafbewegungen von Laub- und Blumenblättern zu autonomen Lebenserscheinungen. Von Dr. Rose Stoppel, Hamburg. S. 167.

Zoologische Mitteilungen:

Biographisches über Arnold Lang. Ueber die Körperform und die Bewegungen der adriatischen Kiemenschnecke *Tethys leporina* L. Die Embryonalentwicklung der Flöhe (Aphaniptera). Zur Naturgeschichte der Singzikaden im Roten

Istrien. Ueber die Verteilung der Ruhe- und Tätigkeitsperioden der Tiere. S. 172—174.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. S. 174.

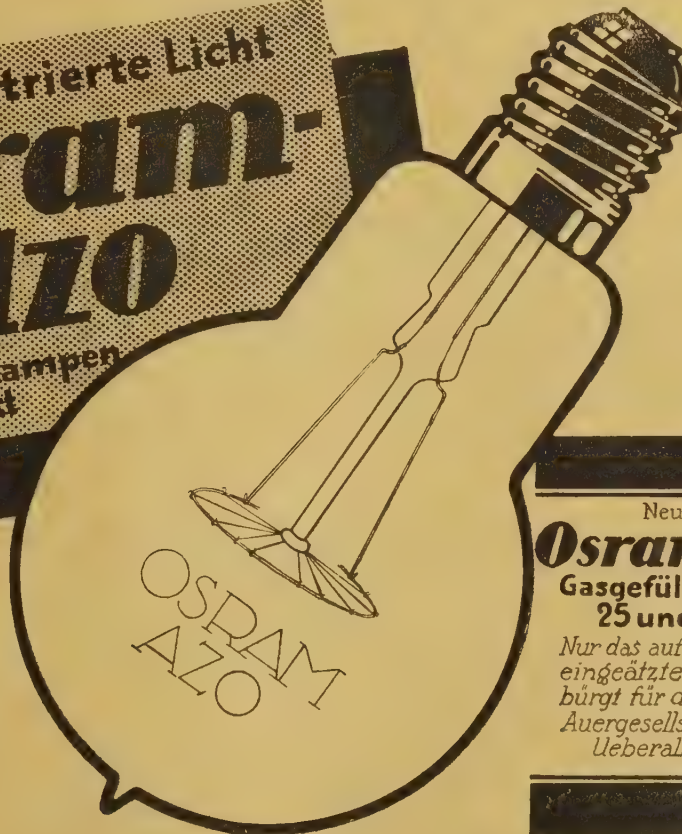
Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 1916, Bd. 34, H. 9. S. 175.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 15. u. 30. Dezember 1916. S. 176.

Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1916, H. 11 u. 12. S. 176.

Das konzentrierte Licht
Osram-AZO
Gasgefüllte Lampen
bis 2000 Watt



Neue Typen:

Osram-Azola
Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

Nur das auf dem Glasballon
eingetätzte Wort **Osram**
bürgt für das Fabrikat der
Auer-Gesellschaft, Berlin O 11
Überall erhältlich!

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petit-

zelle angenommen.

Bei jährlich	6	13	26	52 maliger	Wiederholung
	10	20	30	40 0/0	Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.

Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.

Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Hermann Lenhartz

Mikroskopie und Chemie am Krankenbett

Achte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

Von

Professor Dr. Erich Meyer

Direktor der medizinischen Universitätsklinik zu Straßburg i. E.

Stabsarzt d. L., Chefarzt eines Festungslazarets und fachärztlicher Beirat im Bereich des XV. Armee-korps

Mit 150 Abbildungen im Text und einer Tafel

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Vor kurzem erschien:

Die Geschlechtskrankheiten

und ihre Bekämpfung

Vorschläge und Forderungen für Ärzte, Juristen und Soziologen

Von

Prof. Dr. Albert Neisser

Geh. Medizinalrat, Direktor der Königl. Universitäts-Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten, Breslau

Mit einem Bildnis in Heliogravüre

Preis M. 8.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

16. März 1917.

Heft 11.

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik.

Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie.

Von Privatdozent Dr. Moritz Schlick, Rostock.

I. Von Newton zu Einstein.

In unsern Tagen ist die physikalische Erkenntnis zu einer solchen Allgemeinheit ihrer letzten Prinzipien und zu einer solchen wahrhaft philosophischen Höhe ihres Standpunktes hinaufgestiegen, daß sie an Kühnheit alle bisherigen Leistungen wissenschaftlichen Denkens weit hinter sich läßt. Die Physik hat Gipfel erreicht, zu denen sonst nur der Erkenntnistheoretiker emporschaute, ohne sie jedoch immer ganz frei von metaphysischer Bewölkung zu erblicken. Der Führer, der einen gangbaren Weg zu diesen Gipfeln zeigte, ist *Albert Einstein*. Er reinigte durch eine erstaunlich scharfsinnige Analyse die fundamentalsten Begriffe der Naturwissenschaft von Vorurteilen, die durch all die Jahrhunderte unbemerkt geblieben waren, begründete so ganz neue Anschauungen und schuf auf ihrem Boden eine physikalische Theorie, die der Prüfung durch die Beobachtung zugänglich ist. Die Verbindung der erkenntniskritischen Klärung der Begriffe mit der physikalischen Anwendung, durch die er seine Ideen sofort in empirisch prüfbarer Weise nutzbar machte, ist wohl das Bedeutsamste an seiner Leistung, und bliebe es selbst dann, wenn das Problem, das *Einstein* mit diesen Waffen angreifen konnte, auch nicht gerade das Gravitationsproblem gewesen wäre, jenes hartnäckige Rätsel der Physik, dessen Lösung uns notwendig tiefe Einblicke in den Zusammenhang des Universums gewähren mußte.

Die fundamentalsten Begriffe der Naturwissenschaften aber sind Raum und Zeit. Die beispiellosen Erfolge der Forschung, durch die unsere Naturerkenntnis in den vergangenen Jahrzehnten bereichert wurde, ließen bis zum Jahre 1905 diese Grundbegriffe vollkommen unangestastet. Die Bemühungen der Physik richteten sich immer nur auf das Substrat, welches Raum und Zeit „erfüllt“: was sie uns immer genauer kennen lehrten, war die Konstitution der Materie und die Gesetzmäßigkeit der Vorgänge im Vakuum, oder, wie man bis vor kurzem sagte, im „Äther“. Raum und Zeit wurden gleichsam als Gefäße betrachtet, die jenes Substrat in sich enthielten und die festen Bezugssysteme abgaben, mit deren Hilfe die gegenseitigen Verhältnisse der Körper und Vorgänge zueinander bestimmt werden mußten; kurz, sie spielten tat-

sächlich die Rolle, die *Newton* in seinen bekannten Worten für sie festlegte: „Die absolute, wahre und mathematische Zeit verfließt an sich und vermöge ihrer Natur gleichförmig und ohne Beziehung auf irgendeinen äußeren Gegenstand“, „Der absolute Raum bleibt vermöge seiner Natur und ohne Beziehung auf einen äußeren Gegenstand stets gleich und unbeweglich.“

Von der Seite der Erkenntnistheorie wandte man schon früh gegen *Newton* ein, daß es keinen Sinn habe, von Zeit und Raum „ohne Beziehung auf einen Gegenstand“ zu reden; aber die Physik hatte vorerst keine Veranlassung, sich um diese Fragen zu kümmern, sie suchte eben in der gewohnten Weise alle Beobachtungen dadurch zu erklären, daß sie ihre Vorstellungen von der Konstitution und den Gesetzmäßigkeiten der Materie und des „Äthers“ immer weiter verfeinerte und modifizierte. Ein Beispiel für dieses Verfahren ist die von *H. A. Lorentz* und *Fitzgerald* zur Erklärung des bekannten Michelsonschen Versuches aufgestellte Hypothese, daß alle Körper, die sich gegen den Äther bewegen, in der Bewegungsrichtung eine bestimmte, von der Geschwindigkeit abhängige Verkürzung („Lorentz-Kontraktion“) erfahren sollten. Ich führe dies Beispiel natürlich deshalb an, weil es, wie man weiß, den ersten Anstoß zur Aufstellung der Relativitätstheorie gegeben hat. *Einstein* erkannte nämlich, daß es einen prinzipiell viel einfacheren Weg gibt, den Michelsonversuch zu erklären: es bedarf dazu überhaupt keiner besonderen physikalischen Hypothese, sondern nur einer kritischen Besinnung über die Voraussetzungen, die unsern Raum- und Zeitmessungen bisher stillschweigend zugrundegelegt wurden. Es finden sich darunter unnötige, ungerechtfertigte (z. B. die, daß dem Begriff der „Gleichzeitigkeit“ eine absolute Bedeutung zukomme, während es ganz wohl sein kann, daß zwei Ereignisse, die für einen Beobachter zu gleicher Zeit stattfinden, von einem andern zum ersten bewegten Beobachter mit demselben Rechte als nacheinander folgend beurteilt werden); läßt man sie fallen und hält den auch sonst in der Erfahrung wohlbestätigten Satz aufrecht, daß die Lichtausbreitung stets nach allen Seiten mit gleicher Geschwindigkeit erfolgt, so erhält man das Ergebnis des Michelsonschen Versuchs als etwas Selbstverständliches. Von einer Bewegung relativ zum „Äther“ kann man nicht mehr sprechen (sie spielte vorher physikalisch die Rolle einer „absoluten“ Bewegung), der Äther als eine Substanz, der man Ruhe oder Bewegung zuschreiben könnte, ist aus der Physik verbannt, und es gilt

das „spezielle Relativitätsprinzip“. Es besagt, daß alle Naturgesetze, in bezug auf ein bestimmtes Koordinatensystem formuliert, in vollständig derselben Form gültig bleiben, wenn man sie auf ein anderes Koordinatensystem bezieht, das sich in bezug auf das erste geradlinig-gleichförmig bewegt. Dieses Prinzip ist so oft besprochen worden — auch in trefflichen populären Darstellungen —, daß wir hier wohl nicht dabei zu verweilen und auf seine Konsequenzen einzugehen brauchen. Zu ihnen gehört bekanntlich die Relativität der Längen und Zeiten; d. h. für die Dauer eines Vorganges und für die Länge eines Körpers ergeben sich verschiedene Werte, je nachdem, von welchem Bezugssystem aus die Messung vorgenommen wird. Da nun alle gleichförmig zueinander bewegten Systeme völlig gleichberechtigt sind — jedes kann mit gleichem Rechte als ruhend betrachtet werden —, so ist von jenen Werten keiner vor den andern als der allein wahre ausgezeichnet. Wir bezeichnen dieses Relativitätsprinzip und den Komplex der aus ihm gezogenen Folgerungen als die „spezielle Relativitätstheorie“, weil sie sich allein auf geradlinig-gleichförmige, nicht etwa auf beliebige Bewegungen bezieht. Hiermit ist man über den Newtonschen Raum- und Zeitbegriff noch nicht allzu weit hinausgekommen, denn das spezielle Relativitätsprinzip hatte auch schon in der Newtonschen Mechanik volle Gültigkeit, und beschleunigte Bewegungen hatten auch in der neuen Theorie keineswegs relativen Charakter; ihnen gegenüber behielt also der Raum nach wie vor seine absoluten Eigenschaften.

Aber seit dem Jahre 1905, in dem *Einstein* das spezielle Prinzip für die gesamte Physik aufstellte, ist er unablässig bemüht gewesen, es zu verallgemeinern, so daß es nicht nur für geradlinig-gleichförmige, sondern für ganz beliebige Bewegungen gültig bleibt. Diese Bemühungen sind im Jahre 1915 zu einem glücklichen Abschluß gebracht und von vollständigem Erfolg gekrönt worden. Sie führten zu einer neuen Theorie der Gravitationserscheinungen und zu einer denkbar weitestgehenden, nicht mehr überbietbaren Relativierung aller Raum- und Zeitbestimmungen; beide Begriffe spielen in der modernen Einsteinschen Physik eine von Grund aus andere Rolle als in der Newtonschen.

Das sind Ergebnisse von so ungeheurer prinzipieller Bedeutung, daß kein irgendwie naturwissenschaftlich oder erkenntnistheoretisch Interessierter an ihnen vorbeigehen kann. Man muß sich weit in der Geschichte der Wissenschaften umsehen, um theoretische Errungenschaften von vergleichbarer Wichtigkeit zu finden. Man könnte etwa an die Leistung des *Kopernikus* denken; und wenn auch *Einsteins* Resultate wohl nicht eine so große Wirkung auf die Weltanschauung der Allgemeinheit haben können wie die kopernikanische Umwälzung, so ist dafür ihre Bedeutung für das rein theoretische Weltbild um

so höher, denn die letzten Grundlagen unserer Naturerkenntnis erfahren durch *Einstein* eine viel tiefer gehende Umgestaltung als durch *Kopernikus*.

Es ist daher begreiflich und erfreulich, daß auf allen Seiten das Bedürfnis besteht, in die neue Gedankenwelt einzudringen. Viele aber werden durch die äußere Form der Theorie davon abgeschreckt, weil sie sich die höchst komplizierten mathematischen Hilfsmittel, die zum Verständnis der Einsteinschen Arbeiten nötig sind, nicht erwerben mögen. Der Wunsch, auch ohne jene Hilfsmittel in die neuen Anschauungen eingeweiht zu werden, muß aber erfüllt werden, wenn die Theorie den ihr gebührenden Anteil bei der Ausgestaltung des modernen Weltbildes gewinnen soll. Und er ist wohl auch erfüllbar, denn die Grundgedanken der neuen Lehre sind ebenso einfach wie tief. Die Begriffe von Raum und Zeit sind ursprünglich nicht erst durch komplizierte wissenschaftliche Denktätigkeit erzeugt, sondern schon im täglichen Leben müssen wir unaufhörlich mit ihnen arbeiten. Von den vertrautesten, geläufigsten Anschauungen ausgehend kann man Schritt für Schritt alle willkürlichen und unge-rechtfertigten Voraussetzungen aus ihnen entfernen und behält dann Raum und Zeit ganz rein in der Gestalt, mit der sie in der Einsteinschen Physik allein noch fungieren. Auf diesem Wege soll nun hier versucht werden, die Grundideen besonders der neuen Raumlehre herauszuarbeiten. Man gelangt ganz von selbst zu ihnen, indem man die altgewohnte Raumvorstellung von allen Unklarheiten und unnötigen Denkkonstruktionen befreit. Wir verfolgen hier also nicht sowohl den Zweck, einen orientierenden Überblick über die allgemeine Relativitätstheorie im Ganzen zu gewinnen — einen solchen hat *Erwin Freundlich* in dieser Zeitschrift bereits trefflich gegeben —, sondern wir wollen uns einen Zugang zu ihr bahnen, indem wir in kritischer Besinnung die Ideen über Raum und Zeit zur Klarheit zu bringen suchen, die das Fundament der neuen Lehre bilden und ihr Verständnis mit sich führen.

II. Die geometrische Relativität des Raumes.

Die fundamentalste Frage, die man über Zeit und Raum stellen kann, lautet, zunächst in ganz populärer, vorläufiger Formulierung: Sind Raum und Zeit eigentlich etwas *Wirkliches*?

Bereits im Altertum herrschte unter den Philosophen ein unfruchtbarer Streit darüber, ob der leere Raum, das *κενόν*, etwas Wirkliches oder einfach mit dem Nichts identisch sei. Aber auch heutzutage wird nicht jeder, mag er Naturforscher, Philosoph oder Laie sein, ohne weiteres eine bejahende oder verneinende Antwort auf jene Hauptfrage erteilen wollen. Niemand zwar betrachtet wohl Raum und Zeit als etwas Reales in ganz demselben Sinne wie etwa den Stuhl, auf dem ich sitze, oder die Luft, die ich atme; ich kann mit dem Raume nicht verfahren wie mit

körperlichen Gegenständen oder mit der Energie, die ich von einem Platz zum andern transportieren, handgreiflich verwenden, kaufen und verkaufen kann. Jeder fühlt, daß da irgend ein Unterschied besteht: Raum und Zeit sind in irgend einem Sinne weniger *selbständig* als die in ihnen existierenden Dinge, und Philosophen haben diese Unselbständigkeit oft hervorgehoben, indem sie sagten, beides existiere nicht für sich, man könnte vom Raum nicht reden, wenn keine Körper da wären, und der Begriff der Zeit würde gleichermaßen sinnlos, wenn keine Vorgänge, keine Veränderungen in der Welt existierten. Aber doch sind Raum und Zeit auch für das populäre Bewußtsein keineswegs einfach *nichts*; gibt es doch große Zweige der Technik, die allein ihrer Überwindung dienen sollen.

Natürlich hängt die Entscheidung der Frage davon ab, was man unter „Wirklichkeit“ verstehen will. Mag nun auch dieser Begriff so im allgemeinen sehr schwer oder garnicht zu definieren sein, so ist doch der Physiker in der glücklichen Lage, daß er sich darüber mit einer Bestimmung begnügen kann, die ihm die Abgrenzung seines Reiches mit voller Sicherheit gestattet. „Was man messen kann, das existiert auch.“ Diesen Satz *Plancks* darf der Physiker als allgemeines Kriterium benutzen und sagen: nur was meßbar ist, besitzt sicher Realität oder, um es vorsichtiger zu formulieren: physikalische Gegenständigkeit.

Sind nun Raum und Zeit meßbar? Die Antwort scheint auf der Hand zu liegen. Was wäre überhaupt meßbar, wenn nicht Raum und Zeit? Wozu sonst dienen denn unsere Maßstäbe und Uhren? Gibt es nicht sogar eine besondere Wissenschaft, die es mit gar nichts anderem zu tun hat als mit der Raummessung ohne Rücksicht auf irgendwelche Körper, nämlich die metrische Geometrie? Aber gemacht! Der Kundige weiß, daß Streit herrscht über die Natur der geometrischen Objekte — und selbst wenn dies nicht der Fall wäre, haben wir doch neuerdings gelernt, gerade in den Grundbegriffen der Wissenschaften nach verborgenen, ungeprüften Voraussetzungen zu fahnden, und so werden wir nachforschen müssen, ob nicht auch die gewohnte Auffassung der Geometrie als Lehre von den Eigenschaften des Raumes durch gewisse unrechtmäßige Vorstellungen beeinflusst ist, von denen sie gereinigt werden muß. In der Tat hat schon seit längerer Zeit die erkenntnistheoretische Kritik die Notwendigkeit einer solchen Reinigung behauptet und an ihr gearbeitet. Dabei hat sie bereits Gedanken über die Relativität aller räumlichen Verhältnisse entwickelt, als deren konsequente Ausgestaltung und Anwendung wir die Raum-Zeit-Auffassung der Einsteinschen Theorie ansehen können. Von jenen Gedanken führt zu ihr ein kontinuierlicher Weg, auf dem der Sinn der Frage nach der „Wirklichkeit“ des Raumes und der Zeit immer deutlicher wird, und den wir

hier als Zugang zu den neuen Ideen benutzen wollen.

Wir beginnen mit einer einfachen Überlegung, die wohl fast jeder, der über solche Dinge nachdenkt, schon als Gedankenexperiment angestellt hat, die wir aber besonders schön bei *H. Poincaré* beschrieben finden. Denken wir uns, sämtliche Körper der Welt wüchsen über Nacht ins Riesenhafte, ihre Dimensionen vergrößerten sich um das Hundertfache ihres ursprünglichen Betrages: mein Zimmer, heute noch 6 Meter lang, hätte morgen früh eine Länge von 600 Metern, ich selbst wäre ein Goliath von 180 Metern und würde mit einem fünfzehn Meter langen Federhalter meterhohe Buchstaben aufs Papier werfen, und in analoger Weise sollen sich alle Größen des Universums geändert haben, so daß die neue Welt, wenn auch hundertfach vergrößert, doch der alten geometrisch ähnlich ist. — Wie würde mir, fragt *Poincaré*, nach einer so erstaunlichen Änderung am Morgen zumute sein? und er antwortet: ich würde davon nicht das geringste merken. Denn da nach der Voraussetzung alle Gegenstände an der hundertfachen Ausdehnung teilgenommen haben, mein eigener Körper, alle Maßstäbe und Instrumente, so würde jedes Mittel fehlen, die gedachte Veränderung festzustellen; ich würde also die Länge meines Zimmers nach wie vor als 6 m bezeichnen, denn mein Meterstab würde sich in ihm sechsmal abtragen lassen, usw. Ja — und dies ist das Wichtigste —, jene ganze Umwälzung *existiert* überhaupt nur für die, welche fälschlich so argumentieren, als wenn der Raum absolut wäre. „In Wahrheit müßte man sagen, daß, da der Raum relativ ist, überhaupt gar keine Änderung stattgefunden hat, und daß wir eben deshalb auch nichts bemerken konnten.“ Also: das hundertfach vergrößert gedachte Universum ist von dem ursprünglichen nicht bloß ununterscheidbar, sondern es ist einfach *dasselbe* Universum, es hat keinen Sinn, von einem Unterschiede zu reden, weil die absolute Größe eines Körpers nichts „Wirkliches“ ist.

Diese Erörterungen *Poincarés* bedürfen freilich, um zwingend zu sein, noch einer Ergänzung. Die Fiktion einer durchgehenden Größenänderung der Welt oder eines Teiles derselben entbehrt nämlich von vornherein jedes angebbaren Sinnes, solange nicht zugleich etwas darüber vorausgesetzt ist, wie sich denn die physikalischen Konstanten bei dieser Deformation verhalten sollen. Denn die Naturkörper haben ja nicht bloß eine geometrische Gestalt, sondern auch vor allem physikalische Eigenschaften, z. B. Masse. Setzen wir etwa nach einer hundertfachen Linearvergrößerung der Welt für die Masse der Erde und der Gegenstände auf ihr dieselben Zahlen wie vorher in die Newtonsche Attraktionsformel ein, so würden wir für das Gewicht eines Körpers auf der Erdoberfläche nur den 10 000sten Teil seines früheren Wertes erhalten, denn es ist ja umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung vom Erdmittel-

punkte. Ließe sich nun diese Gewichtsänderung, und damit indirekt die absolute Größenzunahme, nicht feststellen? Man könnte meinen, das sei durch Pendelbeobachtungen möglich, denn ein Pendel würde wegen der Gewichtsabnahme und wegen der Vergrößerung seiner Länge gerade 1000mal langsamer schwingen als vorher. Aber wäre diese Verlangsamung feststellbar, hat sie physikalische Realität? Wiederum ist die Frage unbeantwortbar, solange nicht gesagt ist, wie es sich mit der Rotationsgeschwindigkeit der Erde nach der Deformation verhalten soll, denn durch Vergleich mit der letzteren entsteht ja erst das Zeitmaß. Zwecklos wäre auch der Versuch, die Gewichtsverminderung etwa mit Hilfe einer Federwaage beobachten zu wollen, denn es bedürfte dazu wieder besonderer Voraussetzungen über das Verhalten des Elastizitätskoeffizienten der Feder bei der gedachten Vergrößerung. Die Fiktion einer bloß geometrischen Deformation aller Körper ist mithin völlig nichtssagend, sie hat keine bestimmte physikalische Bedeutung. Beobachteten wir also eines schönen Morgens eine Verlangsamung des Ganges aller unserer Pendeluhr, so könnten wir daraus nicht etwa auf eine nächtliche Vergrößerung des Universums schließen, sondern die merkwürdige Erscheinung wäre stets auch durch andere physikalische Hypothesen erklärbar. Umgekehrt: wenn ich behaupte, daß alle linearen Abmessungen sich seit gestern um das Hundertfache verlängert hätten, so kann mir keine Erfahrung das Gegenteil beweisen; ich brauche nur gleichzeitig etwa zu behaupten, daß auch alle Massen den hundertfachen Wert angenommen, das Tempo der Erddrehung und der andern Vorgänge dagegen sich hundertfach verlangsamt habe. Man sieht nämlich leicht aus den elementaren Formeln der Newtonschen Mechanik, daß sich unter diesen Voraussetzungen für alle beobachtbaren Größen (wenigstens soweit Trägheits- und Gravitationswirkungen in Betracht kommen) genau die gleichen Zahlen ergeben wie vorher. Die Änderung hat also keinen physikalischen Sinn.

Durch dergleichen beliebig zu vervielfältigende Überlegungen, die noch ganz auf dem Boden der Newtonschen Mechanik bleiben, wird bereits klar, daß raumzeitliche Bestimmungen in der Wirklichkeit mit anderen physischen Größen untrennbar verbunden sind, und wenn man die einen unter Abstraktion von den übrigen für sich betrachtet, so muß man sorgfältig an der Erfahrung prüfen, inwieweit der Abstraktion ein realer Sinn zukommt.

Vervollständigt durch diese Erörterungen, lehren uns nun die Betrachtungen *Poincarés* einwandfrei, daß wir uns die Welt durch gewisse gewaltige geometrisch-physikalische Änderungen in eine neue übergeführt denken können, die von der ersten schlechthin ununterscheidbar und mithin physikalisch völlig mit ihr identisch ist, so daß jene Änderung in der Wirklichkeit gar keinen realen Vorgang bedeuten würde. Wir hatten die

Betrachtung zunächst durchgeführt für den Fall, daß die gedachte transformierte Welt der ursprünglichen geometrisch *ähnlich* ist; an den dargelegten Schlüssen ändert sich aber nicht das geringste, wenn wir diese Voraussetzung fallen lassen. Nehmen wir z. B. an, daß die Abmessungen aller Objekte sich nur nach einer Richtung hin beliebig verlängerten oder verkürzten, etwa in der Richtung der Erdachse, so würden wir von dieser Transformation wiederum nichts bemerken, obgleich die Gestalt der Körper sich gänzlich verändert hätte, denn aus Kugeln wären Rotationsellipsoide, aus Würfeln Parallelepipede geworden, und zwar vielleicht sogar sehr langgestreckte. Aber wollten wir mit Hilfe eines Maßstabes die Änderung der Längendimension gegenüber der Querdimension konstatieren, so wäre dies Bemühen vergeblich, weil ja der Maßstab, sobald wir ihn zum Zwecke der Messung in die Richtung der Erdachse drehen, sich nach unserer Voraussetzung selber in entsprechendem Maße verlängert oder verkürzt. Wir könnten auch die Deformation nicht sehend oder tastend direkt wahrnehmen, denn unser eigener Körper hat sich im gleichen Sinne deformiert, mitsamt unserm Augapfel, ebenso die Wellenflächen des Lichts: wiederum ist zu schließen, daß zwischen beiden Welten ein „wirklicher“ Unterschied nicht besteht, die gedachte Deformation ist durch keine Messung feststellbar, sie hat keine physikalische Gegenständlichkeit.

Man sieht leicht, daß die vorgetragenen Überlegungen noch einer Verallgemeinerung fähig sind: wir können uns mit *Poincaré* die Gegenstände des Universums nach beliebigen Richtungen beliebig verzerrt vorstellen, und die Verzerrung braucht nicht für alle Körper die gleiche zu sein, sondern kann von Ort zu Ort wechseln — sobald wir voraussetzen, daß alle Meßinstrumente, wozu auch unser Leib mit seinen Sinnesorganen gehört, an jedem Orte die dort vorhandene Deformation mitmachen, wird die ganze Änderung schlechthin ungreifbar, sie existiert für den Physiker nicht „wirklich“.

III. Die mathematische Formulierung der räumlichen Relativität.

In mathematischer Sprechweise können wir dies Resultat ausdrücken, indem wir sagen: zwei Welten, die durch eine völlig beliebige (aber stetige und eindeutige) Punktttransformation ineinander übergeführt werden können, sind hinsichtlich ihrer physikalischen Gegenständlichkeit miteinander *identisch*. Das heißt: wenn das Universum sich irgendwie deformierte, so daß die Punkte aller physischen Körper dadurch an neue Orte gerückt werden, so ist damit (unter Berücksichtigung der obigen ergänzenden Erwägungen) überhaupt gar keine meßbare, keine „wirkliche“ Änderung eingetreten, wenn die Koordinaten eines physischen Punktes am neuen Orte auch ganz beliebige Funktionen

der Koordinaten seines alten Ortes sind; nur wird natürlich vorauszusetzen sein, daß die Körperpunkte ihren Zusammenhang bewahren, daß also solche, die vor der Deformation benachbart waren, es auch nachher bleiben (d. h. jene Funktionen müssen stetig sein), und ferner darf jedem Punkt der ursprünglichen Welt nur *ein* Punkt der neuen entsprechen, und umgekehrt, (d. h. die Funktionen müssen eineindeutig sein).

Man kann sich die geschilderten Verhältnisse anschaulich klar machen, wenn man sich den Raum durch ein System dreier Scharen von Ebenen, die zu den Koordinatenebenen parallel sind, in lauter Würfel geteilt denkt. Diejenigen Punkte der Welt, die auf einer solchen Ebene liegen (z. B. der Decke des Zimmers), werden nach der Deformation eine mehr oder weniger verbogene Fläche bilden. Die zweite Welt wird also durch das System aller derartigen Flächen in achteckige Zellen geteilt werden, die im allgemeinen alle verschiedene Größe und Gestalt haben. Wir würden aber in dieser Welt jene Flächen nach wie vor als „Ebenen“ und ihre Schnittkurven als „Gerade“, die Zellen als „Würfel“ bezeichnen, denn es fehlte ja jedes Mittel, festzustellen, daß sie es „eigentlich“ nicht sind. Denken wir uns die Flächen fortlaufend numeriert, so ist jeder physische Punkt der deformierten Welt durch drei Zahlen bestimmt, nämlich die Nummern der drei Flächen, die durch ihn hindurchgehen; wir können also diese Zahlen als Koordinaten jenes Punktes benutzen und werden sie füglich als „Gaußsche Koordinaten“ bezeichnen, weil sie für dreidimensionale Gebilde genau dieselbe Bedeutung haben wie die seinerzeit von *Gauß* zur Untersuchung zweidimensionaler Gebilde (Flächen) eingeführten Koordinaten. Er dachte sich nämlich eine beliebig gekrümmte Fläche von zwei sich kreuzenden ganz in der Fläche liegenden Kurvenscharen durchzogen und jeden Punkt auf ihr als Schnitt zweier solcher Kurven bestimmt. — Nun ist klar, daß unter den gemachten Voraussetzungen die Begrenzungsflächen der Körper, der Lauf der Lichtstrahlen, alle Bewegungen und überhaupt alle Naturgesetze in der deformierten Welt, in diesen neuen Koordinaten ausgedrückt, durch identisch dieselben Gleichungen dargestellt werden wie die entsprechenden Gegenstände und Vorgänge der ursprünglichen Welt, bezogen auf gewöhnliche Cartesische Koordinaten, wenn nur jene Nummerierung der Flächen in der richtigen Weise vollzogen wurde. Ein Unterschied zwischen beiden Welten besteht ja, wie gesagt, nur solange, als man fälschlich annimmt, man könne im Raume Flächen und Linien überhaupt definieren ohne Rücksicht auf Körper in ihm, als wäre er also mit „absoluten“ Eigenschaften ausgestattet.

Beziehen wir aber nun das neue Universum auf die *alten* Koordinaten, also auf das System der rechtwinklig sich schneidenden Ebenen, so erscheint nunmehr *dieses* als ein — in entgegengesetzter Weise — gänzlich verbogenes, ge-

krümmtes Flächensystem, und die geometrischen Gestalten und physikalischen Gesetze erhalten auf dieses System bezogen ein völlig verändertes Aussehen. Statt zu sagen: ich deformiere die Welt in bestimmter Weise, kann ich ebenso gut sagen: ich beschreibe die unveränderte Welt durch neue Koordinaten, deren Flächensystem gegenüber dem ersten in bestimmter Weise deformiert ist. Beides ist einfach dasselbe, und jene gedachten Deformationen würden gar keine reale Änderung der Welt bedeuten, sondern nur eine Beziehung auf andere Koordinaten.

Es ist daher auch erlaubt, unsere eigene Welt, in der wir leben, als die deformierte aufzufassen und zu sagen: die Körperoberflächen (z. B. die Zimmerdecke), die wir Ebenen nennen, sind „eigentlich“ gar keine; unsere Geraden (Lichtstrahlen) sind „in Wahrheit“ krumme Linien, usw. Wir können ohne Widerspruch etwa annehmen, daß ein Würfel, den ich ins Nebenzimmer transportiere, auf dem Wege dahin seine Gestalt und Größe beträchtlich ändert, und wir würden es nur nicht gewahr, weil wir selbst nebst allen Meßinstrumenten und der ganzen Umgebung analoge Änderungen erleiden; gewisse krumme Linien würden als die „wahren“ Geraden zu gelten haben; die Winkel unseres Würfels, die wir als Rechte bezeichnen, würden es „in Wahrheit“ nicht sein — doch könnten wir es nicht konstatieren, weil der Maßstab, mit dem wir die Schenkel des Winkels gemessen haben, seine Länge entsprechend ändern würde, wenn wir ihn herumdrehen, um den zugehörigen Kreisbogen zu messen. Die Winkelsumme unseres Quadrats betrüge „in Wahrheit“ garnicht vier Rechte — kurz, es wäre so, als ob wir eine von der Euklidischen verschiedene Geometrie benutzten. Die ganze Annahme käme also hinaus auf die Behauptung, daß gewisse Flächen und Linien, die uns als krumm erscheinen, eigentlich die wahren Ebenen und Geraden seien, und daß wir uns ihrer als Koordinaten bedienen müßten.

Warum nehmen wir tatsächlich nichts dergleichen an, obwohl es theoretisch möglich wäre, obwohl alle unsere Erfahrungen dadurch zu erklären wären? Nun, einfach deshalb nicht, weil diese Erklärung dann nur auf eine sehr komplizierte Weise geleistet werden könnte, nämlich nur durch die Annahme höchst verwickelter physikalischer Gesetzmäßigkeiten. Die Gestalt eines Körpers wäre ja von seinem Orte abhängig, der Einwirkung äußerer Kräfte entzogen würde er eine krumme Linie beschreiben usw., kurz, wir gelangten zu einer höchst verworrenen Physik, und — was die Hauptsache ist — sie wäre gänzlich willkürlich, denn es gäbe beliebig viele gleich komplizierte Systeme der Physik, die alle der Erfahrung in gleichem Maße gerecht würden. Ihnen gegenüber zeichnete sich das übliche, die Euklidische Geometrie benutzende System als das *einfachste* aus, soweit man es bisher beurteilen konnte. Die Linien, die wir als „Gerade“ bezeichnen, spielen eben physikalisch eine besondere

Rolle, sie sind, wie *Poincaré* es ausdrückt, *wichtiger* als andere Linien; ein an diese Linien sich anschließendes Koordinatensystem liefert daher die einfachsten Formeln für die Naturgesetze.

IV. Die Untrennbarkeit von Geometrie und Physik in der Erfahrung.

Die Gründe, weswegen man das gebräuchliche System der Geometrie und Physik allen anderen möglichen vorzieht und als das allein „wahre“ betrachtet, sind genau dieselben, welche die Überlegenheit der Kopernikanischen über die Ptolemäische Weltansicht begründen: die erstere führt zu einer außerordentlich viel einfacheren Himmelsmechanik. Die Formulierung der Gesetze der Planetenbewegungen wird eben ganz unübersichtlich kompliziert, wenn man sie, wie *Ptolemäus*, auf ein mit der Erde fest verbundenes Koordinatensystem bezieht, höchst durchsichtig dagegen, wenn ein in bezug auf den Fixsternhimmel ruhendes System zugrunde gelegt wird.

So sehen wir, daß uns die Erfahrung keineswegs zwingt, bei der physikalischen Naturbeschreibung eine bestimmte, etwa die Euklidische Geometrie zu benutzen; sondern sie lehrt uns nur, welche Geometrie wir verwenden müssen, wenn wir zu den einfachsten Formeln für die Naturgesetze gelangen wollen. Hieraus folgt sofort: es hat überhaupt keinen Sinn, von einer bestimmten Geometrie „des Raumes“ zu reden ohne Rücksicht auf die Physik, auf das Verhalten der Naturkörper, denn da die Erfahrung uns nur dadurch zur Wahl einer bestimmten Geometrie führt, daß sie uns zeigt, auf welche Weise das Verhalten der Körper am einfachsten formuliert werden kann, so ist es sinnlos, eine Entscheidung zu verlangen, wenn von Körpern überhaupt nicht die Rede sein soll. *Poincaré* hat dies prägnant in dem Satze ausgedrückt: „Der Raum ist in Wirklichkeit gestaltlos, und allein die Dinge, die darin sind, geben ihm eine Form.“ Ich will noch einige Ausführungen von *Helmholtz* ins Gedächtnis rufen, in denen er die gleiche Wahrheit verkündet. Er sagt gegen den Schluß seines Vortrages über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome folgendes: „Wenn wir es zu irgend einem Zwecke nützlich fänden, so könnten wir in vollkommen folgerichtiger Weise den Raum, in welchem wir leben, als den scheinbaren Raum hinter einem Konvexspiegel mit verkürztem und zusammengezogenem Hintergrunde betrachten; oder wir könnten eine abgegrenzte Kugel unseres Raumes, jenseit deren Grenzen wir nichts mehr wahrnehmen, als den unendlichen pseudosphärischen Raum betrachten. Wir müßten dann nur den Körpern, welche uns als fest erscheinen, und ebenso unserm eigenen Leibe gleichzeitig die entsprechenden Dehnungen und Verkürzungen zuschreiben und würden allerdings das System unserer mechanischen Prinzipien gleichzeitig gänzlich verändern müssen; denn schon der Satz, daß jeder bewegte Punkt, auf den keine Kraft

wirkt, sich in gerader Linie mit unveränderter Geschwindigkeit fortbewegt, paßt auf das Abbild der Welt im Konvexspiegel nicht mehr.... Die geometrischen Axiome sprechen also garnicht über Verhältnisse des Raumes allein, sondern gleichzeitig auch über das mechanische Verhalten unserer festesten Körper bei Bewegungen.“

Seit *Riemann* und *Helmholtz* ist man gewohnt, von ebenen, sphärischen, pseudosphärischen und andern Räumen zu reden und von Beobachtungen, die darüber entscheiden sollten, welcher von diesen Klassen unser „wirklicher“ Raum angehöre. Wir wissen jetzt, wie diese Redeweise zu verstehen ist: nämlich *nicht* so, als ob dem Raum ohne Rücksicht auf die Gegenstände in ihm eines jener Prädikate zugeschrieben werden könnte; sondern so, daß die Erfahrung uns nur darüber belehrt, ob es praktischer ist, die Euklidische oder eine nicht-Euklidische Geometrie bei der physikalischen Naturbeschreibung zu verwenden. *Riemann* selbst war sich natürlich wie *Helmholtz* über den Sachverhalt vollkommen klar; aber die Ergebnisse dieser beiden Forscher sind oft mißverständlich formuliert worden, so daß sie sogar gelegentlich zu einer Stärkung des Glaubens an den absoluten Raum führten als an etwas, dem eine bestimmte erfahrbare Gestalt für sich zukomme. In diesem Punkte scheint mir z. B. *E. Study* fehlzugehen, der in seinem Buche „Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raume“ die Meinung vertritt, den Gegenständen der Geometrie, also dem Raume, komme eine gewisse „physische Realität“ zu: „Eine Art von Realität, die der ebenfalls angenommenen Realität der Körper verwandt, aber doch von ihr verschieden ist“ (S. 58 der zitierten Schrift). Er glaubt an die Existenz einer „natürlichen Geometrie“; sie sei „ein in jeder Beziehung treues Abbild des Raumes, in dem wir leben“ (S. 59). Diese Ausdrucksweise werden wir nach dem Dargelegten nicht für erlaubt halten können. — Bekanntlich versuchte *Gauß* durch Ausmessung mit Hilfe von Theodoliten festzustellen, ob in einem sehr großen Dreieck die Winkelsumme zwei Rechte betrage oder nicht. Er maß also die Winkel, die drei Lichtstrahlen an drei festen Punkten (Brocken, Hoher Hagen, Inselsberg) miteinander bildeten. Gesetzt, es hätte sich eine Abweichung von zwei Rechten gezeigt, so hätte man *entweder* die Lichtstrahlen als krummlinig annehmen und die Euklidische Geometrie beibehalten können, *oder* man könnte den Weg eines Lichtstrahls nach wie vor als Gerade bezeichnen, müßte dann aber eine nicht-Euklidische Geometrie einführen. Es ist also nicht richtig, daß die Erfahrung uns jemals eine „nicht-Euklidische Struktur des Raumes“ *beweisen*, d. h. zu der zweiten der beiden möglichen Annahmen zwingen könnte. Andererseits hat aber auch *Poincaré* nicht recht, wenn er an einer Stelle meint, daß tatsächlich der Physiker immer die erste Annahme wählen werde. Denn niemand konnte voraussagen, ob es nicht einmal nötig werden würde, von Euklidischen

Maßbestimmungen abzugehen, um das physikalische Verhalten der Körper auf die einfachste Weise beschreiben zu können.

Nur dies konnte man schon sagen, daß man niemals Veranlassung finden würde, in *erheblichem* Grade von der Euklidischen Geometrie abzugehen, denn sonst hätten wir durch unsere Beobachtungen, besonders astronomische, längst darauf aufmerksam werden müssen. Es ist aber bisher unter Zugrundelegung der Euklidischen Geometrie vortrefflich gelungen, zu einfachen physikalischen Prinzipien zu gelangen. Daraus ist zu schließen, daß sie mindestens zur näherungsweise Darstellung stets geeignet bleibt. Sollte uns daher die physikalische Zweckmäßigkeit ein Aufgeben der Euklidischen Maßbestimmungen nahelegen, so werden doch die Abweichungen nur geringfügig sein und an der Grenze des Beobachtbaren liegen. Ob aber groß oder klein, prinzipiell ist ihre Bedeutung natürlich genau dieselbe.

Dieser Fall, bis dahin nur eine theoretische Möglichkeit, ist jetzt eingetreten. *Einstein* zeigte, daß man tatsächlich nicht-Euklidische Beziehungen zur Darstellung räumlicher Verhältnisse in der Physik verwenden muß, um diejenige ungeheure prinzipielle Vereinfachung der Naturauffassung aufrecht erhalten zu können, die jetzt in der Gestalt der *allgemeinen* Relativitätstheorie vorliegt. Wir kommen sogleich darauf zurück. Einstweilen halten wir das Resultat fest, daß der Raum für sich auf keinen Fall irgendeine Struktur besitzt, weder Euklidische noch nicht-Euklidische Konstitution ist ihm eigentümlich, ebenso wenig wie es einer Strecke eigentümlich ist, nach Kilometern gemessen zu werden, nicht aber nach Meilen. Wie eine Strecke eine angebbare Länge erst dadurch erhält, daß ich einen Maßstab als Einheit wähle und dazu die Bedingungen der Messung genau festsetze, so wird die Anwendung einer bestimmten Geometrie auf die Wirklichkeit erst möglich, wenn bestimmte Gesichtspunkte festgelegt sind, nach denen die räumlichen Beziehungen aus den physikalischen abstrahiert werden sollen. Alles Messen von Raumstrecken geschieht in letzter Linie durch Aneinanderlegen von Körpern; damit eine solche Vergleichung zweier Körper zu einer *Messung* werde, muß man sie erst nach gewissen Prinzipien *interpretieren* (man muß z. B. annehmen, daß gewisse Körper als starr zu betrachten sind, also einen Transport ohne Gestaltänderung überstehen).

Ganz analoge Betrachtungen wie für den Raum lassen sich *mutatis mutandis* für die Zeit anstellen. Die Erfahrung kann uns nicht zwingen, der Naturbeschreibung ein bestimmtes Maß und Tempo des Zeitlaufs zugrunde zu legen, sondern wir wählen dasjenige, welches die einfachste Formulierung der Gesetze ermöglicht. Alle zeitlichen Bestimmungen sind mit physischen Vorgängen ebenso unlöslich verknüpft wie die räumlichen mit physischen Körpern. Die messende Beobachtung irgend eines physikalischen Pro-

zesses, z. B. der Lichtausbreitung von einem Orte zu andern, schließt zugleich die Ablesung von Uhren ein und setzt mithin eine Methode voraus, nach welcher verschieden lokalisierte Uhren zu regulieren sind; ohne eine solche haben die Begriffe der Gleichzeitigkeit und der gleichen Dauer keinen bestimmten Sinn. Doch das sind Dinge, auf welche die spezielle Relativitätstheorie schon lange die allgemeine Aufmerksamkeit gelenkt hat. Alle Zeitmessung findet durch Vergleichung zweier Vorgänge statt, und damit ein solcher Vergleich eine Messung bedeute, muß eine Vereinbarung, ein Prinzip vorausgesetzt werden, dessen Wahl wiederum durch das Streben nach möglichst einfacher Formulierung der Naturgesetze bestimmt wird.

So sehen wir denn: Raum und Zeit sind nur in der Abstraktion von den physischen Dingen und Vorgängen trennbar. *Wirklich* ist nur die Vereinigung, die Einheit von Raum, Zeit und Dingen; jedes für sich ist eine Abstraktion. Und bei einer Abstraktion muß man sich immer fragen, ob sie auch naturwissenschaftlichen Sinn hat, d. h. ob das durch die Abstraktion Getrennte auch tatsächlich voneinander unabhängig ist.

(Schluß folgt.)

Die Beziehungen der Schlafbewegungen von Laub- und Blumenblättern zu autonomen Lebenserscheinungen.

Von Dr. Rose Stoppel, Hamburg.

Es ist der Analyse der Schlaferscheinungen bei Pflanzen sowie überhaupt der rhythmischen Lebensvorgänge in den letzten Jahren ganz besonders viel Interesse und Arbeit zugewendet worden. Der Grund hierfür liegt wohl in erster Linie darin, daß sich aus der Lösung dieser Probleme Anhaltspunkte für die Beantwortung der tiefgreifenden Frage ergeben, inwiefern dem lebenden Plasma überhaupt eine Selbständigkeit bei der Regulation der Lebenserscheinungen zukommt. Es findet sich daher in den Arbeiten über die periodischen Erscheinungen als Kernpunkt immer wieder die Frage: wie weit ist das Geschehen als Reaktionserfolg auf den Wechsel der Außenfaktoren aufzufassen, oder müssen wir das Eingreifen einer autonomen Tätigkeit der Pflanze zur Begründung der Tatsachen zuziehen?

Ehe ich mich einer Diskussion dieser Frage auf Grund des bislang bekannten Tatsachenmaterials zuwende, muß der Begriff eines autonomen Lebensvorganges klargestellt werden. Ich kann mich an dieser Stelle jedoch kurz fassen, da das Wesentlichste durch Prof. *Kniep* in dem Artikel „Über den rhythmischen Verlauf pflanzlicher Lebensvorgänge“ in den „Naturwissenschaften“ 1915 zusammengestellt worden ist. Es sind allerdings noch einige neuere Arbeiten zu berücksichtigen.

Auf pflanzlichem Gebiet ist hauptsächlich der Standpunkt von *Pfeffer* und von *Klebs* maß-

gebend, da diese beiden Forscher besonders intensiv an der Analyse der rhythmischen Lebensvorgänge gearbeitet haben.

Pfeffer unterscheidet zwischen autonomen und aitiogenen Lebensvorgängen. „Die autonomen Bewegungen sind, weil sie unter konstanten äußeren Verhältnissen fortauern, von solchen direkt unabhängig und müssen eben als historisch gegeben hingenommen werden.“ (1875, S. 155.) Die aitiogenen Vorgänge dagegen werden durch den Wechsel der Außenfaktoren ausgelöst, stehen also unter ihrem direkten Einfluß.

Klebs macht eine Dreiteilung und reiht neben die Wirkung der Außenfaktoren die der inneren Bedingungen und der spezifischen Struktur. Die inneren Bedingungen werden geschaffen durch die äußeren auf der durch die spezifische Struktur gegebenen Reaktionsbasis. Sie sind eine veränderliche, während die spezifische Struktur eine konstante Größe und im wesentlichen erblich fixiert ist. Auf Grund seiner Untersuchungen über die Jahresperiodizität kommt *Klebs* zu dem Resultat, daß in der spezifischen Struktur keine Notwendigkeit zu einem periodischen Wachstum vorliegt. Er lehnt damit also ab, daß die Periodizität eine erblich überkommene Eigenschaft ist, sondern sieht in ihr das Resultat der Veränderung der äußeren und der inneren Bedingungen. Unter den letzteren mißt er dem Mengenverhältnis der Nährsalze in der Pflanze zu den Assimilationsprodukten die wesentlichste Bedeutung bei.

Einen ganz entgegengesetzten Standpunkt nimmt *R. Semon* ein. Er sieht in dem Auftreten einer 24stündigen Periodizität der Bewegungen bei den Keimpflanzen von Akazien und Mimosen bei einem 6 : 6- oder 24 : 24-stündigen Beleuchtungswechsel „mit Sicherheit“ eine „inhärente Periodizität“, die in einer ererbten Disposition besteht. (1912, S. 18.)

Die Analyse des Vorganges der Schlafbewegungen, die beigetragen hat zu der Aufstellung so divergierender Theorien, ist seither wesentlich vertieft worden. 40 Jahre nach dem Erscheinen seiner Monographie über „Die periodischen Bewegungen der Blattorgane“ schenkte uns *Pfeffer* im Jahre 1915 wiederum eine umfassende Arbeit über das gleiche Gebiet, die eine Reihe bis dahin unbekannter Tatsachen aufdeckte.

Für die Untersuchung der Schlafbewegungen sind die Blätter von *Phaseolus* eins der beliebtesten Untersuchungsobjekte. Die Bewegungen der Blätter sind recht kräftig, das Material ist leicht in größeren Mengen zu beschaffen, und die Fülle der Reservestoffe in den Kotyledonen gestattet kulturelle Extravaganzen. — Die normale Bewegung eines Blattes im Tageswechsel verläuft so, daß das Blatt sich in den frühen Morgenstunden — etwa 4 Uhr — zu heben beginnt. Im Laufe des Vormittages erreicht es seine höchste Stellung und führt dann um eine mittlere Gleichgewichtslage pendelnd eine Reihe kurzfristiger Oszillationen aus. Am Nachmittag, etwa um

6 Uhr, setzt eine kräftige Senkbewegung ein, während der die kleinen Schwankungen zurückzutreten pflegen. In den ersten Morgenstunden, zirka 2 Uhr, ist das Blatt wieder in seiner tiefsten Stellung angelangt.

Der Wechsel von Licht und Dunkelheit greift in hohem Maße bei der zeitlichen Regulation dieser Bewegungen ein, und zwar auf zwiefache Weise. Schon früher erkannte *Pfeffer*, daß das Gelenk des Blattes heliotropisch empfindlich ist, und sich daher die Spreite mit Rücksicht auf die Richtung der einfallenden Lichtstrahlen einstellt. Diese heliotropische Empfindlichkeit beruht fast oder ganz auf einer Eigenschaft der Gelenkzellen. Wird das Gelenk verdunkelt durch Umhüllen mit schwarzer Watte oder Umwickeln mit einem Stanniolstreifen, so bleiben die heliotropischen Bewegungen des Blattes aus, wohl aber reagiert die Lamina dann noch photonastisch auf den Wechsel von Licht und Dunkelheit. Dies geht daraus hervor, daß bei Verdunkelung des Gelenkes und einer Belichtung der Pflanze in der Nacht, aber Dunkelheit während des Tages die Blätter sich entsprechend den neuen Verhältnissen nachts heben und am Tage senken.

Pfeffer wies ferner 1915 nach, daß bei dauernder Belichtung einer Pflanze in konstanter Temperatur ein Blatt mit verdunkeltem Gelenk dennoch etwa tagesrhythmische Bewegungen ausführt, und zwar unterscheidet sich die Bewegungskurve solch eines Blattes wenig von einer bei Lichtwechsel aufgezeichneten. Wie sich aus den Versuchen mit nächtlicher Belichtung und Verdunkelung am Tage ergab, ist dennoch der Lichtwechsel von ausschlaggebender Bedeutung für den Gang der Bewegungen. Wird ein Blatt, dessen Gelenk nicht verdunkelt ist, dauernd belichtet, so kommen keine tagesrhythmischen Bewegungen zustande, sondern eine größere Anzahl kleinerer Schwingungen, deren jede etwa 3—6 Stunden beansprucht und die gar keine Beziehungen zu einem Tagesrhythmus zeigen. Sie sind demnach rein autonomer Natur.

Die Fähigkeit, unter konstanten Licht- und Temperaturverhältnissen tagesrhythmische Bewegungen auszuführen, zeigen aber nicht nur Blätter mit verdunkeltem Gelenk im Dauerlicht, sondern sie kommen auch bei dauernder Verdunkelung der Pflanze zum Ausdruck, sofern nach der von *Jost* angegebenen Methode die Pflanzen von der Keimung an in dauernder Dunkelheit gehalten werden. (*Stoppel* 1912.) Wird jede Konkurrenz ausgeschaltet, so können sich die beiden Primärblätter bis zu der Hälfte ihrer normalen Länge entwickeln, und sie bleiben dabei aktionsfähig, während ein ergrüntes Blatt in dauernder Finsternis in wenig Tagen starr wird und bald kränkelt. Die aktionsfähigen Dunkelblätter zeigen nun die merkwürdige Erscheinung, daß sich nicht nur die beiden Blätter derselben Pflanze in der Hauptsache synchron bewegen, sondern die Bewegungen der Blätter vieler Pflanzen stimmen

darin ziemlich genau überein, daß sie alle in den frühen Morgenstunden zwischen 2 und 4 Uhr ihre tiefste Stellung erreichen. Daß es sich dabei nicht um eine ererbte Periodizität handelt, geht daraus hervor, daß auch Pflanzen, deren Samen in Java bzw. Amerika gereift waren, die gleiche Periodizität innehielten wie die Pflanzen, die europäischem Saatgut entstammten. (Stoppel 1916.)

Es ist kein Zweifel, daß ein bisher unbeachtet gebliebener Außenfaktor diese tagesrhythmischen Bewegungen auslöst oder wenigstens ihnen einen zeitlich fixierten Anstoß gibt. Die Schwerkraft ist wohl für die Richtung der Bewegungen, nicht aber für den zeitlichen Verlauf derselben durch ihre eigenen geringfügigen Schwankungen verantwortlich zu machen, wie aus den in der gleichen Arbeit mitgeteilten Versuchen auf dem Klinostaten, der Zentrifuge und bei Inversstellung der Pflanzen hervorgeht.

Nachdem durch die Versuche alle übrigen bekannten rhythmisch wechselnden Außenfaktoren als Regulator für die Bewegungen der Bohnenblätter ausgeschaltet waren, konnten nur noch die Schwankungen der elektrischen Leitfähigkeit der Atmosphäre in Betracht kommen. Daß es wirklich dieser Faktor ist, der so maßgebend in den Gang der Blattbewegungen eingreift oder sie gar auslöst, dafür bringt die vorliegende Arbeit zwar keinen unumstößlichen, aber Wahrscheinlichkeitsbeweise. Zunächst spricht die zeitliche Übereinstimmung der Kurven der elektrischen Leitfähigkeit und der Dunkelblätter für einen ursächlichen Zusammenhang der beiden Erscheinungen. Diese Übereinstimmung erstreckt sich nicht auf die spontanen Schwankungen der Leitfähigkeit, so wenig wie auf die kleinen oszillierenden Bewegungen der Blätter. Es besitzen diese jedenfalls eine gewisse Trägheit, die sie nur auf die länger andauernden Veränderungen reagieren läßt. Zuweilen treten allerdings bei Gewittern, wo auch die Leitfähigkeit größeren Schwankungen unterworfen ist, auch bei den Blättern der Dunkelpflanzen spontane Bewegungen auf. Wesentlich ist, daß bei den Schwankungen der atmosphärischen Leitfähigkeit in den frühen Morgenstunden ein Wendepunkt eintritt. Sie überschreitet um diese Zeit ihr Maximum, und die Blätter begeben sich um dieselbe Zeit aus ihrer Schlafstellung wieder in die Tagesstellung. Ein zweites kleineres Maximum tritt dann am Nachmittag auf und ebenfalls eine kleinere vorübergehende Schlafbewegung.

Ferner spricht für die Beziehungen der Leitfähigkeit zu den Blattbewegungen noch die Beobachtung, daß Veränderungen auf elektrischem Gebiet in der Nähe der Pflanzen sich auch in ihren Bewegungen bemerkbar machen. So leidet oder verschwindet die Rhythmik der Bewegungen meistens, wenn die Pflanzen vom Erdboden her durch einen Glasteller isoliert werden. Noch stärker wird der Einfluß, wenn die Pflanze in dem Innern eines rings geschlossenen und ge-

erdeten Drahtgitters isoliert aufgestellt wird. — Eine Förderung der Schlaferscheinung stellt sich dagegen ein, wenn die Pflanze zwar isoliert aufgestellt, gleichzeitig aber durch konstanten Anschluß an eine elektrische Leitung auf ein höheres Potential gebracht wird. Bei grünen Pflanzen und Versuchen am Tageslicht erwies sich eine $+ - 220$ -Volt-Leitung noch als günstig. Bei isolierten Bohnen in dauernder Dunkelheit waren schwache Spannungen zuträglicher. — Auch eine künstliche Erhöhung der atmosphärischen Leitfähigkeit bewirkte eine Veränderung des Kurventypus oder der Größe der Ausschläge.

Alle diese Beobachtungen geben ein Zeugnis dafür, daß elektrische Einflüsse mitsprechen bei der Konstellation der jeweiligen inneren Bedingungen der Bohnen. Das Eingreifen dieses Außenfaktors in die Lebenserscheinungen der Pflanze ist theoretisch leicht einzusehen. Es ist eine bekannte Tatsache, daß sehr viele chemische Veränderungen verbunden sind mit Umlagerungen elektrischer Energie. Ferner zeigte Ostwald, daß semipermeablen Membranen, die zwischen zwei Elektrolyten ausgespannt sind, die Wirkung von Elektroden zukommt. Es ist daher außer Frage, daß bei der Wanderung der Nährsalze in der Pflanze auch eine Verschiebung der elektrischen Ladungen stattfindet, die sich als elektrische Ströme zu erkennen geben. Nach den Untersuchungen von Klein und Haake ist an der Existenz elektrischer Ströme in den Pflanzen kaum mehr zu zweifeln. — Wäre die die Pflanze umgebende Atmosphäre ein idealer Nichtleiter der Elektrizität, so müßten sich infolgedessen im Organismus auf Grund der allmählich anwachsenden Potentialdifferenzen in den verschiedenen Teilen des Pflanzenkörpers einschneidende Unzuträglichkeiten für denselben bemerkbar machen. Neuere Untersuchungen haben aber ergeben, daß der Atmosphäre eine nicht ganz unwesentliche Leitfähigkeit zukommt. So gut wie ein isoliert aufgestellter Zerstreuungskörper relativ schnell seine Ladung verliert, ebenso wird eine Pflanze mit dem idealen Zerstreuungskörper ihrer Zweige und Blätter dauernd elektrische Ladung an die Atmosphäre abgeben oder aus derselben anziehen und dadurch beständig eine Veränderung der inneren Bedingungen schaffen, die wiederum den Stofftransport beeinflußt. —

Sollten sich diese theoretischen Erwägungen als ein Trugschluß erweisen, so bleibt nach den Versuchen mit ausländischen Bohnen nur noch die Annahme eines uns physikalisch bisher unbekannten Faktors übrig zur Erklärung der Koinzidenz der Bewegungen der Blätter der Dunkelpflanzen. —

Der Entscheid über diese Frage ist der Zukunft vorbehalten. Im Augenblick können wir nur erwägen, ob wir noch berechtigt sind von tagesautonomen Bewegungen zu sprechen, da noch Unklarheiten herrschen über die zu berücksichtigenden Außenfaktoren. Wir sind ja noch nicht

einmal imstande, eine Pflanze unter konstanten Außenbedingungen zu beobachten.

Diese Erwägungen dürfen aber nicht nur an die Resultate anknüpfen, die mit einer Versuchspflanze — *Phaseolus* — gewonnen wurden. *Pfeffer* untersuchte (1907, 1915) auch die Bewegungen bei anderen Objekten und fand in *Albizzia lophanta* und *Flemingia congesta* Pflanzen, deren Blätter etwas anderen Gesetzen zu gehorchen scheinen.

Die Blätter von *Flemingia congesta* schreiben im Tageswechsel eine Bewegungskurve, die sich kaum von derjenigen der Bohne unterscheidet. In Dauerbeleuchtung aber führen diese Blätter trotz der Verdunkelung des Gelenkes keine tagesrhythmischen Bewegungen aus, sondern die Kurve zeigt kleine, unregelmäßige Oszillationen an, wie sie auch bei den Blättern, deren Gelenk nicht umhüllt ist, vorkommen. Aus diesem abweichenden Verhalten gegenüber *Phaseolus* schließt *Pfeffer*, daß *Flemingia* wahrscheinlich überhaupt nicht die Befähigung zu tagesautonomen Bewegungen zukommt. Gegen einen prinzipiellen Unterschied dieser beiden Pflanzen spricht, daß *Flemingia* bei einem 6:6-stündigen Beleuchtungswechsel infolge der lebhafteren photonastischen Reaktionsfähigkeit Bewegungen in dem entsprechenden Rhythmus ausführt, wobei im allgemeinen aber eine größere und eine kleinere Schwingung miteinander abwechseln. *Pfeffer* führt dieses Verhalten auf ein besonderes Reaktionsvermögen der Pflanze zurück.

Albizzia lophanta ist sogar imstande, einem 3:3-stündigen Lichtwechsel mit entsprechenden Bewegungen zu begegnen. In der bei *Pfeffer* (1915) wiedergegebenen Kurve tritt dabei eine Neigung zu 12:12-stündigen Bewegungen in den ersten Tagen hervor, deutlicher ist dies noch der Fall bei 6:6-stündigem Lichtwechsel. In diesem Fall glaubt der Verfasser das Hervortreten von Nachschwingungen annehmen zu müssen, wogegen einzuwenden ist, daß nach einem 6:6- oder 3:3-stündigen Lichtwechsel, Nachschwingungen in dem entsprechenden Rhythmus bei konstanten Lichtverhältnissen nicht zu beobachten sind. Nach den neueren Untersuchungen liegt nun der Verdacht nahe, daß sowohl *Flemingia* als *Albizzia* auf einen anderen periodisch wechselnden (elektrischen?) Reiz reagieren, nur nicht so ausgesprochen, wie *Phaseolus* es tut. Auf alle Fälle ist *Pfeffer* jedoch insofern beizustimmen, daß tagesautonome Bewegungen bei dem Zustandekommen der normalen Schlafbewegungen bei diesen beiden Pflanzen gar nicht oder ganz unwesentlich mitsprechen.

Während bei *Phaseolus* der zeitliche Verlauf der tagesrhythmischen Bewegungen in dauernder Dunkelheit bei allen Blättern der gleiche ist — entweder weil alle Blätter einer Pflanze den gleichen Außenbedingungen unterstehen, oder weil die inneren Bedingungen die Bewegungen aller Blätter einer Pflanze gleichartig regulieren —

tritt uns in den Blütenbewegungen von *Calendula arvensis* ein Objekt entgegen, bei dem jede Blüte ihren eigenen 24 stündigen Rhythmus hat. Da die jeweilige Öffnungszeit der Blüten abhängt von der Tageszeit, zu der die Knospe einige Tage vor dem Aufbrechen dauernd verdunkelt wurde, so kann es eingerichtet werden, daß zwei Blüten desselben Stockes gerade die entgegengesetzten Phasen ihrer Bewegungen innehalten, daß also die eine Blüte sich schließt, während die andere sich öffnet und umgekehrt. — Dauernde Lichtwirkung unterdrückt auch bei *Calendula* die rhythmischen Bewegungen; es läßt sich aber bei einer geeigneten Versuchsanstellung zeigen, daß die Neigung zur Fortsetzung der Bewegungen in dem einmal eingeleiteten Rhythmus fortbesteht, trotz anhaltender Lichtwirkung. (*Stoppel* und *Knip* 1911.) Auf Grund dieser Versuchsergebnisse scheinen die Bewegungen der Blüten von *Calendula* in Dunkelheit rein autonomer Natur zu sein, eine Lebenserscheinung des Plasmas der einzelnen Blüte. Zunächst wird man an eine Abhängigkeit von dem Außenfaktor, der bei *Phaseolus* tagesautonome Bewegungen vortäuschte, bei *Calendula* nicht denken.

Es ist aber jedenfalls nicht unnütz, noch einmal die Frage aufzuwerfen, ob nach den jüngsten Versuchsergebnissen eine Autonomie der Bewegungen der Bohnenblätter wirklich ausgeschlossen ist. Daß die kleinen Oszillationen, die hauptsächlich während der Tagesstellung oder bei unverhülltem Gelenk im Dauerlicht zur Geltung kommen, der Ausdruck von Veränderungen der inneren Bedingungen — also nach *Pfeffer* rein autonomer Natur sind, unterliegt wohl keinem Zweifel. Aber auch den großen tagesperiodischen Schwingungen könnte eine feste Anlage der Pflanze zu einer 24stündigen Periodizität zugrunde liegen, indem die Reaktionen im Organismus sich selbsttätig rhythmisch gegenseitig auslösen. Man könnte sich leicht vorstellen, daß die tagesperiodischen Schwingungen der Dunkelblätter nur durch einen äußeren Anstoß in einem kritischen Entwicklungsstadium zu einem bestimmten Zeitpunkt zur Entwicklung gebracht werden — entsprechend wie bei *Calendula* durch das Verdunkeln der Knospen — und dann autonom periodisch weiter verlaufen. Freilich müßte dieser äußere Anstoß ausgehen von einem Faktor, der in dauernder Dunkelheit bei konstanter Temperatur auf die Pflanzen einwirkt. Es ist also anzunehmen, daß er seine Wirkung nicht nur einmal, sondern rhythmisch wiederkehrend auf die Bohnen ausübt. Wir haben bislang kein Urteil darüber, wie die Bewegungen ausfallen würden bei einem nur einmaligen Anstoß. Eine solche Möglichkeit des Geschehens ist aber nicht von der Hand zu weisen. *Küster* hat früher schon darauf hingewiesen, daß ein rhythmisches Geschehen im Organismus auch bei gleichbleibenden Außenfaktoren denkbar ist, wie bei der von *Liesegang* beschriebenen Zonenbildung in kolloidalen

Medien. Der Verfasser zieht diese Beobachtungen heran, um dadurch die Entstehung rhythmischer Strukturen im Pflanzenreich zu erklären. Es ist hier nicht der Ort, um eine Wahrscheinlichkeit der von dem Verfasser entwickelten Hypothesen zu diskutieren. Wir haben aber keinen Grund, in der Physiologie alle periodischen Lebensäußerungen nur auf einen rhythmischen Wechsel der Außenfaktoren zurückzuführen. Die inneren Bedingungen können sich sehr wohl trotz konstanter Außenbedingungen periodisch ändern.

Umgekehrt muß auch erwogen werden, ob die 24stündige Periodizität der Blütenbewegungen von *Calendula* nicht dennoch durch einen rhythmisch wirkenden Außenfaktor bestimmt sein könne, vielleicht durch denselben, der die Bewegungen der Bohnenblätter reguliert. Es können sich sehr wohl die Reaktionen im Organismus tagesrhythmisch abspielen, ausgelöst durch einen periodisch wirkenden Reiz, die Blüten ihre Selbständigkeit aber insofern bewährt haben, daß jedes Köpfchen unabhängig von den anderen der gleichen Pflanze zu jeder beliebigen Tageszeit während eines kritischen Stadiums durch einen äußeren Anstoß in diesen Rhythmus eingeschaltet werden kann. Greifen die Räder des physiologischen Betriebes aber erst einmal in einen Entwicklungsprozeß ein, so muß er ferner in dem 24stündigen Rhythmus weiterlaufen, den der Wechsel der Außenfaktoren der ganzen Pflanze auferlegt. —

Es liegen bislang übrigens keine Versuche vor, die darüber entscheiden, ob die Unabhängigkeit der Bewegungen bei *Calendula* nur gilt in bezug auf die Blütenköpfchen derselben Pflanzen, oder ob bei geeigneter Versuchsanstellung auch die Blüten desselben Köpfchens zu Bewegungen mit entgegengestrebenden Phasen gebracht werden können. Vielleicht ließe sich auf diesem Wege ein weiterer Einblick in die Gesetze finden, unter welche das rhythmische Geschehen wenigstens bei *Calendula* fällt.

Die beiden oben ausgeführten, möglichen Arten der Auffassung lassen die Bewegungen von *Phaseolus* und von *Calendula* durch das gleiche gesetzliche Geschehen hervorrufen, nur wäre der Reiz, der die Perioden der Bewegungen zeitlich festlegt, bei den beiden Objekten nicht der gleiche. Bei *Calendula* ist es der Übergang von Licht zu Dunkelheit im Knospenstadium, bei *Phaseolus* wahrscheinlich ein Anstoß durch Schwankungen der atmosphärischen Elektrizität.

Auch andere Erscheinungen sprechen dafür, daß der ganze Pflanzenorganismus von einer 24stündigen Periodizität beherrscht wird, wobei es offen bleibt, ob dieselbe autonomen oder aitiogenen Ursprunges ist, und daß diese Periodizität nicht nur den Blüten von *Calendula* als inhärente Eigenschaft mitgegeben ist. Es sind nämlich eine ganze Reihe von Vorgängen in den Organismen bekannt, die eine 24stündige Periodizität einhalten. Indem ich nur an Prozesse im

Pflanzenreich denke, erinnere ich an die Untersuchungen über die Periodizität des Wachstums von *Godlewski*, *Kellikot* usw., das Auftreten der Kernteilungen (*Kellikot*, *Karsten*), des Blutens (*Jost*) usw.

Pfeffer hat ein autonomes Geschehen in seiner letzten Arbeit insofern genauer definiert, als er alle bei Konstanz der Außenbedingungen sich abspielenden Lebensprozesse als autonom ansieht, obgleich er sich dessen bewußt ist, daß: „Wie alle Tätigkeiten, so sind auch die autonomen Bewegungsvorgänge von den Außenverhältnissen abhängig und erfahren demgemäß eine gewisse oder auch eine auffällige Änderung, wenn andere konstante Außenbedingungen hergestellt werden“ (1915, S. 136). Damit wäre also unter die Rubrik eines autonomen Geschehens auch dasjenige zu stellen, was nach *Klebs* durch den Wechsel der inneren Bedingungen hervorgerufen ist.

Wenn dadurch auch eine gewisse Übereinstimmung in den Auffassungen von *Pfeffer* und *Klebs* erzielt worden ist, so muß es bei dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse doch noch jedem einzelnen überlassen bleiben, wie weit er das Zustandekommen der Schlafbewegungen aitiogenen Reizen auf Rechnung setzen will, oder welchen Anteil er dem Geschehen einer inhärenten Eigenschaft des lebenden Plasmas zuschiebt.

Die wichtigste berücksichtigte Literatur:

Godlewski. Über die tägliche Periodizität des Längenwachstums. Anm. d. Akad. d. Wissenschaften z. Krakau 1889, 55.

Naake, O. Über die Ursachen elektrischer Ströme in Pflanzen. Flora 1892, 72, 454–487.

Jost, L. Versuche über Wasserleitung in der Pflanze. Zeitschr. f. Bot. 1916, 8, 1–55.

Karsten, G. Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode. Zeitschr. f. Bot. 1915, 7, 1–34.

Kellikot, W. E. The daily periodicity of cell-division and of elongation in the root of *Allium*. — Bull. of the Torrey Bot. Club 1908, 31, Heft 7.

Klebs, G. Über das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. Sitzungsber. d. Heidelb. Akad. d. Wiss. Math.-naturw. Kl. Abt. B. Biolog. Wiss. 1913, 5 Abhandl.

Klein, B. Zur Frage über elektrische Ströme in Pflanzen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1898, 16, 335–346.

Kniep, H. Über den rhythmischen Verlauf pflanzlicher Lebensvorgänge. Naturwissenschaften 1915, Heft 36/37.

Küster, E. Über rhythmische Strukturen im Pflanzenreich. Naturwissenschaften 1914, Heft 4.

Pfeffer, W. Periodische Bewegungen der Blattorgane. Leipzig 1875. — Entstehung der Schlafbewegungen der Blattorgane. Abh. d. math.-physik. Kl. d. Kgl. sächs. Gesellsch. der Wissensch. 1907, Nr. III. — Der Einfluß der mechanischen Hemmung und von Belastung auf die Schlafbewegungen. Abh. d. math.-physik. Kl. d. Kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1911, Nr. III. — Beiträge zur Kenntnis der Entstehung der Schlafbewegungen. Abh. d. math.-physik. Kl. d. Kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1915, Nr. I.

Semon, R. Das Problem der Vererbung „erworbener Eigenschaften“. Leipzig 1912.

Stoppel, R. und *Kniep*, H. Weitere Untersuchungen über das Öffnen und Schließen der Blüten. Zeitschr. f. Bot. 1911, 3, 369.

Stoppel, R. Über den Einfluß des Lichtes auf das Öffnen und Schließen einiger Blüten. Zeitschr. f. Bot. 1910, 2, 369. — Über die Bewegungen der Blätter von *Phaseolus* bei Konstanz der Außenbedingungen. Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch. 1912, 30, 29. — Die Abhängigkeit der Schlafbewegungen von *Phaseolus multiflorus* von verschiedenen Außenfaktoren. Zeitschr. f. Bot. 1916, 8, 609—684.

Zoologische Mitteilungen.

Biographisches über Arnold Lang. Mehrere Freunde des schweizerischen Zoologen *Arnold Lang* haben kürzlich Erinnerungen an ihn veröffentlicht, denen ich die folgenden Angaben entnehme: Der Vater *Langs* betrieb in dem aargauischen Dorfe Oftringen ein Fabrikationsgeschäft, das viele Heimarbeiter als Handwerker beschäftigte und später von den Söhnen erweitert und zu großem Ansehen gebracht wurde. *Arnold* erblickte als das jüngste von fünf Kindern am 18. Juni 1855 auf dem „Lindenhof“ zu Oftringen das Licht der Welt, erhielt den ersten Unterricht in der Primarschule seines Heimatsortes und trat sodann in die Bezirksschule des benachbarten Städtchens Aarburg über. Im Jahre 1870 bezog er die Gymnasialabteilung der Kantonsschule in Aarau mit der Absicht, sich später dem Apothekerberufe zu widmen. Aus einem hinterlassenen Schulzeugnis läßt sich entnehmen, daß *Lang* ein reich veranlagter, aber kein Musterschüler war. Hervorragend scheint seine Begabung in mathematischen Fächern gewesen zu sein. Die Absicht, Apotheker zu werden, gab er bereits 1872 zugunsten des Studiums der Naturwissenschaften auf. „Es ist mein sehnlichster Wunsch“, schrieb er an seinen Vater, „die Naturwissenschaften zu studieren und Professor zu werden“. — Mit weniger als 18 Jahren begann er seine Studien auf der Akademie in Genf, die 1873 zur Universität erhoben wurde. *Karl Vogts* Vorlesungen über Paläontologie und Embryologie fesselten ihn außerordentlich; auch von dem Botaniker *Jean Müller* war er entzückt, im übrigen aber nicht sehr befriedigt. *Vogt* fand großes Gefallen an seinem begabten und eifrigen Schüler und gab ihm ein Empfehlungsschreiben an *Haeckel* mit, als *Lang* im Frühjahr 1874 nach Jena übersiedelte, um dort seine Studien fortzusetzen. *Haeckels* „Generelle Morphologie“ hatte es ihm angetan. „So gewaltig“, sagte er später, „wirkte das geniale Werk auf mich, daß es mir Tag und Nacht keine Ruhe ließ, bis ich es ganz in mich aufgenommen und erfaßt hatte.“ Die Universität Jena gefiel ihm sehr, mit *Haeckel* wurde ein Freundschaftsbund fürs Leben geschlossen. Der Aufenthalt in Jena wurde durch Reisen nach der Nordseeinsel Wangeroog, nach Nizza und Villafranca unterbrochen. Im März 1876 promovierte *Lang* bei *Haeckel*, *Strasburger* und *Eucken* und erhielt die Note „magna cum laude“. In demselben Jahr erschien seine Übersetzung der „Zoologischen Philosophie“ von *Lamarck* und habilitierte er sich als Privatdozent der Zoologie an der Universität Bern. Die Sommerferien 1876 benutzte er zu einer viermonatigen Reise nach den Scilly-Inseln im Südwesten von England. In Bern las er mit Vorliebe über die Darwinsche Theorie; auch veröffentlichte er 1877 in der darwinistischen Zeitschrift „Kosmos“ eine längere Studie über „*Lamarck* und *Darwin*“ und 1878 eine kurze Skizze über „*De Maillets* Phantasien über die Umwandlung der Arten“. Auf *Karl Vogts* Empfehlung erhielt *Lang* im Januar 1878 den schweizeri-

schen Arbeitstisch der Zoologischen Station in Neapel zugeteilt, den er bis zum Mai des gleichen Jahres behielt, um über die rankenfüßigen Krebstiere oder Cirripeden sowie über Strudelwürmer zu arbeiten. Auf der Suche nach einer geeigneten Konservierungsflüssigkeit für letztere fand er schließlich das nach ihm benannte Sublimatgemisch. Im Oktober 1878 besetzte *Lang* den Neapler Tisch zum zweiten Male und trat am 1. Juni 1879 als Assistent in den Verband der Station ein. Zunächst übernahm er die Verwaltung der Bibliothek und später die Direktion des Departements für Herstellung mikroskopischer Präparate. Daneben war er mit der Führung mehrerer Konti betraut und an dem von der Station herausgegebenen Jahresberichte beteiligt, indem er über die Würmergruppe berichtete. Trotz dieser vielseitigen Verwaltungstätigkeit ging das eigene wissenschaftliche Arbeiten so flott vorwärts, daß schon im Jahre 1884 *Langs* „Monographie der Polycladen“ erschien, die ihm die nahezu einmütige Anerkennung der Fachgenossen eintrug. Besonders hat *Lang* hier seine originellen Gedanken über die Entstehung der segmentalen Gliederung oder Metamerie des Tierkörpers entwickelt, neben den morphologischen aber auch die ökologischen Verhältnisse umsichtig erörtert. — Nach fast sechsjähriger Tätigkeit als Assistent verließ *Lang* die Neapler Station, um als Privatdozent und Assistent *Haeckels* nach Jena überzusiedeln, wo er 1886 zum Inhaber der dort neu errichteten „Ritter-Professur für phylogenetische Zoologie“ ernannt wurde. Als solcher hatte er alljährlich, außer den akademischen Vorlesungen, eine öffentliche „Rittervorlesung“ über eine Frage der Entwicklungslehre zu halten. Er löste diese Aufgabe in folgenden drei Reden: 1. „Mittel und Wege phylogenetischer Erkenntnis“; 2. „Über den Einfluß der festsitzenden Lebensweise auf die Tiere“; 3. „Zur Charakteristik der Forschungswege von *Lamarck* und *Darwin*“. Auf Anregung *Haeckels* begann *Lang* in Jena die Bearbeitung eines „Lehrbuchs der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere“, dessen erster Teil 1888, dessen vierter und letzter 1894 erschien. In Jena vermählte er sich auch mit *Mathilde Bachelin* aus Neuburg in der Westschweiz. Aus dieser Ehe gingen zwei Töchter und ein Sohn hervor. — Im August 1889 wurde *Lang* als ordentlicher Professor für Zoologie an die Universität Zürich berufen. Hier wurde er der zweite Nachfolger *Lorenz Okens*, des ersten Professors der Zoologie an der Universität Zürich. Bald nach seiner Ankunft schuf *Lang* ein zoologisches Institut, das bis dahin in Zürich überhaupt nicht bestanden hatte. Es diente zugleich dem Unterricht am Eidgenössischen Polytechnikum, an dem *Lang* ebenfalls als Professor der Zoologie wirkte. Für die beiden Hochschulen in Zürich hat er außer dem Bereiche des Hörsaals und der ihm unterstellten Institute in reichstem Maße gewirkt, ganz besonders aber bei der räumlichen Sonderung von Technischer Hochschule und Universität und beim Neubau der Universität sich durch seine einzig dastehende organisatorische Betätigung unvergängliche Verdienste erworben. Seine Forschertätigkeit ruhte dabei nicht, wovon vor allem seine „Beiträge zu einer Trophocoeltheorie“ (1903) und sein großes, 892 Seiten umfassendes Werk „Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900“ Zeugnis ablegen. Rufe nach Genf als Nachfolger *Karl Vogts* und nach Jena als Nachfolger *Haeckels* schlug er aus und blieb der Universität Zürich bis zum April 1914 treu. Seine immer mehr sich verschlechternden Gesundheitsverhältnisse zwangen ihn

zum Rücktritt, und am 30. November 1914 erlag er einem Herzleiden.

Über die Körperform und die Bewegungen der adriatischen Kiemenschnecke *Tethys leporina* L. berichtet *Thilo Krumbach* (Zool. Anz. Bd. 48, Nr. 9) folgendes: Die Abbildungen der *Tethys* sind fast alle unzureichend. Das gilt besonders von dem viel kopierten Holzschnitte, den *Oskar Schmidt Brehms* Tierleben einverleibt hat, und der nach einem in Weingeist entstellten Tiere entworfen ist. Befriedigend sind allein zwei Zeichnungen: eine farbige von *Grube* aus dem Jahre 1851 und eine Federzeichnung von *Mercuriano* aus dem Jahre 1883. Wie *Krumbachs* Photographien erraten lassen, wird das Schwimmen und Schweben der *Tethys* ganz wesentlich unterstützt durch die aufgeblähten Rückenanhänge, die das spezifische Gewicht verringern und die Sinkgeschwindigkeit verzögern. Solange das Tier im Sande und Schlamm des Meeresgrundes kriecht, entbehrt es daher auch dieser Anhänge, und sie wachsen ihm erst und wachsen so oft wieder, als es zur Oberfläche des Meeres aufsteigen muß, was in der Adria im Laufe des Jahres zweimal geschieht. Verloren gegangene Anhänge werden wieder ersetzt. Bei ruhigem Wasser kann man die pelagische *Tethys* zuweilen an der Meeresoberfläche hingleiten sehen. Sie hängt dann mit der Fußsohle nach oben an der Wasseroberfläche und fischt das Revier mit ihrem großen Schöpfbeutel nach Jungfischen und anderem Getier ab. Sie bildet dabei mit den Sohlenrändern ein flachbordiges Fahrzeug, dessen Kiel ihr Rücken ist. In dieser Lage schiebt sie sich durch abwechselndes Strecken und Zusammenziehen langsam vorwärts, in der Minute etwa um Spannenlänge. Kriecht die Schnecke am Grunde dahin, so trägt sie ihren Schöpfbeutel so, daß sein Rand um ein wenig über den Gegenständen schwebt, indes die Finbern herumtasten, ob etwa Genießbares in der Nähe sei. Diese Kriechbewegungen sind die lebhaftesten Bewegungen der *Tethys*. Im Boden selbst kommt sie nur langsam vorwärts. Sie gräbt sich so ein, daß sie sich von den Seiten her mit Sand überschüttet.

Die Embryonalentwicklung der Flöhe (Aphaniptera) ist bis jetzt sehr wenig bekannt. Im Frühling 1916 benutzte daher *Henrik Strindberg* eine günstige Gelegenheit, einige wichtigere Stadien der Entwicklung von *Pulex erinacei*, eines auf dem Igel schmarotzenden Flohes, an Schnitten zu studieren. (Zoologischer Anzeiger Bd. 48, Nr. 9.) Er kam zu dem Ergebnis, daß diese Entwicklung prinzipiell in ganz derselben Weise erfolgt wie bei der Mehrzahl der beflügelten Insekten. Sie deutet jedoch nicht auf eine nähere Verwandtschaft mit den Zweiflüglern (Dipteren) hin, mit denen man auf Grund anatomischer Merkmale die Flöhe vereinigt hat. Vielmehr stellt sie einen Typus dar, der genetisch nichts sagt, da er die allgemeinen embryonalen Züge der Insektenentwicklung völlig besitzt, ohne etwas Charakteristisches aufzuweisen. Die Aphaniptera sind also eine Ordnung, die systematisch nicht fixiert werden kann, wenn wir nämlich in dieser Hinsicht die Entwicklung im Ei als bedeutungsvoll betrachten.

Zur Naturgeschichte der Singzikaden im Roten Istrien veröffentlicht *Thilo Krumbach* im „Zoologischen Anzeiger“ (Bd. 48, Nr. 9) interessante Beiträge. Der Schauplatz seiner Beobachtungen liegt am Nordrande des Mittelmeergebietes, mitten zwischen Pol und Äquator. Die Zeit ist der Sommer des Jahres 1916. Die Singzikaden sind wahre Kinder der Sommerzeit. Ihre Larven brechen aus der Erde hervor, sobald die

Winterschichtung der Erdtemperaturen sich gründlich umgekehrt hat und namentlich die obere Schicht rasch und unruhig ansteigt (Anfang Juni). Die Zeit der Larven ist zu Ende, sobald die Wärme in 1 m Tiefe ihre höchste Steigerung erfahren hat (17. Juli). Über das Ende des Zikadendaseins entscheiden die Tage vom 11. bis zum 17. Juli, d. h. die Gipfel, die der Temperaturgang um diese Zeit in 1 m Tiefe und 1 m Höhe erreicht. — Von den 4 Zikadenarten, die *Krumbach* beobachtete, ist *Cicadetta tibialis* die Zikade der Hecken und Wegränder, *Tibicina haematodes* die der sommerlichen Buschwälder, *Teltigia orni* die der Ölgärten und Kieferpflanzungen, *Cicada plebeja* die der nach Süden gewandten Abhänge der immergrünen Buschwälder sowie der Weingärten. Während *Cicadetta tibialis* und *Teltigia orni* scheu sind, läßt *Cicada plebeja*, wenn man ohne Hast auf sie zugeht, einen ganz nahe herantreten und sich ruhig zuhören. Wenn man ihr den ausgestreckten Finger nähert, steigt sie arglos darauf und musiziert ganz fröhlich weiter. In der Gefangenschaft kann man die Singzikaden nicht halten. Abends eingefangene waren immer früh schon der Erschöpfung nahe und lebten auch in der Sonne nicht mehr auf. Den Zikadengesang mit dem Ohr richtig zu erfassen ist schwer. Noch schwerer ist es, das Gehörte lesbar wiederzugeben. Auch die Notenschrift der menschlichen Musik reicht hier nicht aus. Das Beste wäre nach *Krumbach*, besondere Instrumente zu erfinden und Anweisungen zu deren Gebrauch zu geben. Auch denkt er an eine Abbildung von Phonographenaufzeichnungen, wobei aber Sorge zu tragen wäre, diese Raumkurven lesbar zu machen. Vorläufig muß er sich mit dem malenden Wort begnügen. Die Strophe von *Tibicina haematodes* erinnert in manchen Partien an Scherenschleifergeräusche, in anderen an das Heiderchenlied. Sie dauerte immer 16 Sekunden und begann nach einigen Sekunden von neuem. Dabei lief das Tier kokett hin und her. Das Geschrei von *Teltigia* ist ein Laubfroschlied. Die Ähnlichkeit mit dem Laubfroschschrei ist jedoch nur oberflächlich. Wenn man näher hinhört, so zerlegt sich einem der einzelne Schrei „äpp“ in 4 Teile, die nach Art des Viertaktmotors ausgestoßen werden, also mit dem Ton auf dem ersten Teil. Von diesem vierteiligen Schrei macht das Tier einen fast diabolischen Gebrauch. Es wiederholt ihn bei warmem Sonnenschein in der Minute 200-mal und übt das ohne Unterbrechung viertel-, halbstunden- und stundenlang. Das frohe Gezwitscher der *Cicada plebeja* ist ein Ammerliedchen. Seine Strophe dauert 11 Sekunden und beginnt sofort wieder von neuem. Sie ist auf einen einzigen Ton gestellt, innerhalb dessen sie herabsinkt. Aber der Ton ist von einer merkwürdigen Fülle. Tritt man näher heran und hört genauer zu, so bemerkt man, wie die ganze Strophe von tieferen Quinten begleitet ist, die mit seltsam metallischem Klange leise jammern und wimmern. Das sehr starke Geschrei, das *Cicada plebeja* ausstößt, wenn sie ergriffen wird, ist von ihrem Gesang sehr verschieden. — Das Lied der Zikaden verglimmt mit der sinkenden Sonne. Nachts ist es stumm. Erst der junge Morgen erweckt es zu neuem Leben. Dann geht's wie ein Schrei durchs Gehölz am Hange, und Hunderttausende wetteifern miteinander an Unermüdlichkeit, an Eifer und Kraft im Werben mit ihrem Lied, solange die Sonne scheint. —

Über die Verteilung der Ruhe- und Tätigkeitsperioden der Tiere handelt eine Arbeit von *J. S. Szymanski* im Biologischen Zentralblatt (Bd. 36,

Nr. 11/12). Nicht alle Tiere verhalten sich hinsichtlich der Verteilung der Ruhe- und Tätigkeitsperioden gleich; die einen wachen bei Tag und schlafen in der Nacht; die anderen umgekehrt; andere wiederum bleiben hauptsächlich in der Dämmerung tätig. Bei der auf Grund dieser Tatsachen aufgestellten Einteilung der Tiere in Tag-, Nacht- und Dämmerungstiere wurden jedoch stillschweigend bloß jene Tiere berücksichtigt, in deren Leben der Gesichtssinn eine mehr oder weniger wichtige Rolle spielt. Es ist jedoch nicht zu erwarten, daß auch die Tiere, die sich in ihrem Verhalten hauptsächlich von nicht optischen Reizen leiten lassen, eine der erwähnten gleiche Verteilung in ihren Ruhe- und Tätigkeitsperioden zeigen. *Szymanski* konnte denn auch bei zwei Vertretern solcher Tiere, in deren Leben der Geruchssinn die Hauptrolle spielt, nämlich bei weißen und grauen Mäusen, einen von den bisher bekannten abweichenden Typus in der Verteilung der Wach- und Schlafperioden feststellen. Er fand, daß die weiße Maus im 24stündigen Zyklus durchschnittlich 16 regelmäßig wechselnde Schlaf- und Wachperioden aufweist; eine Periode dauert also im Durchschnitt 45 Minuten. In derselben Zeit erlebt die graue Maus im Durchschnitt 19 Schlaf- und 19 Wachperioden; je eine Periode dauert im Durchschnitt 37,9 Minuten. Statt eine „Nacht“ und einen „Tag“ in 24 Stunden zu erleben wie ein Augentier, macht also die Maus 16 (bzw. 19) „Nächte“ und ebenso viele „Tage“ durch. Fassen wir eine Ruhe- und eine Tätigkeitsperiode im 24-stündigen Zyklus als eine Phase im Leben der Tiere auf, so sind wir berechtigt, den Tag-, Nacht- und Dämmerungstieren als den Vertretern der „monophasischen“ Tiere, die „polyphasischen“ Tiere (Mäuse) gegenüberzustellen. Es wären jedoch Fälle wohl

denkbar, in denen ein Tier der ersten Kategorie, bei dem der Gesichtssinn gut entwickelt ist, polyphasisch sein könnte. Einen derartigen Fall beobachtete *Szymanski* beim Laubfrosch. Dieser, ein ausgesprochen optisches Tier, erlebt im 24stündigen Zyklus 2 Perioden der Aktivität (um die Mittagszeit und abends), die durch zwei Ruheperioden voneinander getrennt sind. Welche Faktoren, abgesehen von den optischen Reizen, die Verteilung der Ruhe- und Tätigkeitsperioden bestimmen, wissen wir bisher nicht. Nur in einem Sonderfalle gelang es bisher, einen nicht-optischen Faktor aufzudecken, der diese Verteilung mit bewirkt. Bei einigen in der Strandzone lebenden Seewürmern und Seeschnecken wirkt neben den optischen Reizen hauptsächlich die periodische Wechselfolge zwischen der Trockenheit und Feuchtigkeit mitbestimmend ein. Auch die Frage, welche Faktoren neben den optischen Reizen das Fixieren der Hauptperiode der Tätigkeit auf nur wenige Tagesstunden bei den trägen, optischen und monophasischen Tieren bewirken, ist noch nicht beantwortet. Doch läßt sich aus einer Beobachtung schließen, daß die Temperaturreize in einigen Fällen mitbestimmend wirken können. Die Ringelnatter, ein optisches, träges und wärmebedürftiges Tier, erlebt bloß eine kurze Tätigkeitsperiode im 24stündigen Zyklus. Diese Periode, die nur 2 Stunden dauert, fällt mit den wärmsten Tagesstunden zusammen. In der Verfolgung dieser Probleme sieht *Szymanski* ein weites Feld für künftige Untersuchungen. Es wäre sehr lohnend, die augenlosen bzw. die Tiere mit verkümmertem Gesichtssinn zu prüfen, um so weiterhin die Faktoren zu ermitteln, von denen die Verteilung der Ruhe- und Tätigkeitsperioden abhängt.

Walther May, Karlsruhe.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

8. Februar. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Hofrat *F. Mertens* legt eine Abhandlung von Prof. Dr. *Lothar v. Schrötka* vor, mit dem Titel: „Zur additiven Zahlentheorie“ (erste Abhandlung). Der Verfasser verfolgt in seiner Abhandlung die Aufgabe, auf dem von *Vahlen* in seiner Doktordissertation, *Crelles Journal* Bd. 112, eingeschlagenen Wege weiter vorzudringen und die systematische Behandlung der additiven Zahlentheorie durch neue Begriffsbildungen, Bezeichnungen und erläuternde Anwendungen zu vervollkommen.

Prof. *F. Werner* überreicht eine von ihm verfaßte Arbeit unter dem Titel: „Wissenschaftliche Ergebnisse der mit Unterstützung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien aus der Erbschaft *Treittl* von *F. Werner* unternommenen zoologischen Expedition nach dem angloägyptischen Sudan (Kordofan) 1914. — III. Mantodea (Insecta Orthoptera Oothecaria).“ Die Arbeit enthält die Beschreibung der auf der Reise gesammelten 26 Arten von Fangheuschrecken, unter denen drei als neu beschrieben werden. Außer diesen sind vier weitere neu für den Sudan. *Calamothespis adusta*, die nunmehr in Kordofan wieder aufgefunden wurde, erweist sich als zu der Familie der *Vatiden* gehörig. Am Schlusse werden die gesammelten Mantodeenkokons beschrieben und eine Tabelle der Verbreitung der 55 sudanesischen Mantodeen gegeben.

15. Februar. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Hofrat *F. Steindachner* legt vor: „Eine Lepidopterenausbeute aus dem Amanusgebirge (Alman

Dagh)“, bearbeitet von Prof. Dr. *H. Rebel*. Die Ausbeute rührt von einer Studienreise her, welche Prof. Dr. *Fr. Tölg*, unterstützt durch eine Subvention der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, im Jahre 1914 ausführte.

Vorläufige Mitteilung über Absorptionsmessungen an γ -Strahlen, von *K. W. Fritz Kohlrusch*. Absorptionsmessungen an einem parallelen γ -Strahl-Bündel des Ra zeigen bei Ausschaltung aller harten Sekundärstrahlung, daß die dem Ra-C zugeschriebenen γ -Strahlen ($\mu_{Al} = 0,115 \text{ cm}^{-1}$) aus zwei Komponenten ($\mu = 0,126$, $\mu' = 0,23 \text{ cm}^{-1}$) bestehen.

Wilhelm Schmidt in Wien: „Vorrichtung zum mechanischen Auswerten von Bebenkurven.“ Es wird vorgeschlagen, ein besonderes Auswertpendel zu bauen, dessen Konstanten leicht auf die eines beliebigen Bebenpendels eingestellt werden. Auf die Masse des Auswertpendels übt man dann solche Kräfte aus, daß sie die gleiche Reihe von Schwingungen ausführt, wie es die des Seismographen beim Erdbeben tat. Die leicht aufzuzeichnende Kräftefolge gibt je nach der Art des Bebenpendels die Neigungen oder Verrückungen des Bodens an. Der Gedanke, entsprechend ausgeführt, würde allgemein Kurven zeitlicher Verläufe von den meist unvermeidlichen Einflüssen einer Art Dämpfung oder Trägheit (Nachhinkens) der Registrierung befreien lassen.

Die in der Sitzung vom 25. Januar d. J. (siehe Anzeiger Nr. 3, S. 17) vorgelegte Mitteilung von Regierungsrat Prof. Dr. *A. Nalepa*: Über „Neue Gallmilben“ (38. Fortsetzung) hat folgenden Inhalt:

Phytoptochetus gen. nov. (Subfam. *Eriophyinae* Nal.). Abd. gleichartig und schmal geringelt, auf der Dorsalseite von mehr als einer Längsfurche durchzogen. *Phytoptochetus tristichus* n. sp. veranlaßt auf den

Blättern von *Glochidium rubrum* Bl. vielkammerige Gallen. Java. *Cecidodectes* gen. nov. (Subfam. Eriophyinae Nal.). Abd. gleichartig geringelt, Rg. in geringer Zahl. Ventralborsten des 1. und 2. Paares fehlen. *Cecidodectes euzonus* n. sp. in den Gallen von *Trema orientalis* Bl. Java.

22. Februar. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Hofrat J. v. Hann überreicht eine Abhandlung mit dem Titel: „*Untersuchungen über die tägliche Oscillation des Barometers. III. Die drittel-tägige (achtstündige) Luftdruckschwankung.*“ Diese Abhandlung enthält eine analytische Beschreibung jener Luftdruckwelle, welche in 8 Stunden die Erde umkreist. Sie gründet sich auf die Berechnung der harmonischen Konstanten derselben, welche der Verfasser für 102 Orte von 43° südlicher Breite bis 62° N zum weitaus größten Teil selbst durchgeführt hat. Es ergibt sich aus dieser Untersuchung, daß die drittel-tägige atmosphärische Luftdruckschwankung eine selbständige Existenz hat, wie die halbtägige und nicht etwa bloß ein Korrektionsglied der analytischen Darstellung der komplexen täglichen Luftdruckschwankung ist.

Das k. M. Prof. J. Herzig übermittelt eine im Chemischen Laboratorium der Deutschen Universität in Prag von Prof. Dr. Hans Meyer und Dr. Alice Hofmann ausgeführte Arbeit, betitelt: „*Über Pyrokondensationen in der aromatischen Reihe (zweite Mitteilung).*“

In Fortsetzung der in den Monatsheften für Chemie, 37, 681 (1916), mitgeteilten Versuche über die Zersetzung der Dämpfe aromatischer Verbindungen an einem glühenden Platindraht wird das Verhalten der aromatischen Fluor-, Chlor-, Brom- und Jodderivate bei dieser Reaktion beschrieben.

Das w. M. R. Wegscheider legt eine Arbeit aus dem Chemischen Institut der Universität Graz vor: „*Über die Geschwindigkeit der alkalischen Verseifung der Ameisensäureester*“, von A. Skrabal und A. Sperk. Diese wurde mit Hilfe des Jodid-Jodatpuffers gemessen.

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

26. Februar. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Der Sekretär legt für die Berichte folgende Arbeiten vor:

G. Pick, „*Differentialinvarianten der Flächen gegenüber affinen Transformationen*“;

K. Löwner, „*Untersuchungen über die Verzerrung bei konformen Abbildungen*“;

J. Thomae, „*Über die Umkehrung eines elliptischen Integrals zweiter Gattung*“.

Herr Rinne trägt über „*Das Kristallsystem und das Axenverhältnis des Eises*“ vor und übergibt eine Schrift von Dr. Groß: „*Über die Intensitätsverteilung innerhalb der Lichtflecke des Laue-Photogrammes*“.

Herr Herglotz legt eine Arbeit vor: „*Über die Nullstellen der hypergeometrischen Funktion*“.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIV, Heft 9, 1916.

(Ausgegeben am 28. Dezember 1916.)

Die Fluoreszenz wässriger Rindenauzüge von Eschen in ihrer Beziehung zur Verwandtschaft der Arten; von A. Lingelsheim. Mit 1 Abb. im Text. Die Arbeit ist ein Beitrag zur „Phylochemie“, sie behandelt das Phänomen der Fluoreszenz wässriger Aufgüsse von Eschenrinde, welches für einige Arten der Gattung *Fraxinus* bekannt war, wie das Fehlen der Erscheinung bei anderen. Verf. unterzog das gesamte Artenmaterial daraufhin einer Prüfung mit folgendem Ergebnis: Positiver oder negativer Ausfall der Fluoreszenzprobe ist ein wichtiges Kriterium für die Stellung einer Art im System, da es sich erwies, daß ganz bestimmte Verwandtschaftskreise durch Anwesenheit oder Fehlen fluoreszierender Stoffe in der Rinde ihrer Vertreter charakterisiert sind. Ein Schema veranschaulicht die Spaltung der Urform der Gattung in zwei chemisch differente Äste und die Gruppierung der Sektionen und Subsektionen an denselben.

Aufzucht der Zwergmistel (*Arceuthobium Oxycedri* [DC.] MB.) im Freiland des Innsbrucker Botanischen Gartens; von E. Heinricher. Dem Verf. war es gelungen, den genannten Schmarotzer in künstlicher Gewächshauskultur aufzuziehen und seine interessante Entwicklungsgeschichte zu verfolgen. Darüber, sowie über die Mechanik der explosiven Beeren und über Bau und Biologie der Blüten handeln drei 1915 in den Sitzungsber. der Wiener Akad. d. Wiss. erschienene, reich illustrierte Abhandlungen. Wie Verf. nun mitteilt, gelang aber die Aufzucht der im Mittelmeergebiet beheimateten Wachholdermistel auch im Freiland des Botan. Gartens zu Innsbruck. Es vermögen also die Samen derselben und wenigstens auch der intramatrikale Thallus unsere Winterkälte zu überdauern.

Übergangsformen zwischen Knospenschuppen und Laubblättern bei *Aesculus Hippocastanum* L. Ein Beitrag zur Frage der direkten Anpassung; von Hermann Losch. (Mit 17 Abbild. im Text.) Die Schuppe, ein

Organ, welches nach Erfüllung seiner Schutzfunktion für die Knospe normalerweise abfällt, ist hier unter besonders günstigen Ernährungsbedingungen erhalten geblieben. Dieses laubblattähnliche Gebilde hat von seiner früheren Knospenschuppenatur xerophytische Merkmale behalten. Unter den veränderten Lebensbedingungen sind ihm diese xerophytischen Merkmale nicht mehr notwendig und nützlich, sondern im Gegenteil eher hinderlich und schädlich. Durch Erhöhung der Spaltöffnungen paßt sich das Organ an die neuen Bedingungen an. Wir haben also die Erhöhung der Spaltöffnungen als eine adverse, direkte, zweckmäßige Anpassung aufzufassen. Auch die Ausbildung eines kallusartigen Schwammparenchyms ist in diesem Sinne aufzufassen.

Der Emmer des alten Ägyptens; von A. Schulz. (Mit Tafel XIX.) Der Emmer des alten Ägyptens ist eine selbständige Form, die Verf. *Triticum dicoccum aegyptiacum* nennt. Er ist nicht identisch mit dem häufig Ägyptischer Spelz oder Ägyptischer Winterweizen genannten *Tr. dicoccum triccoccum* Schübler. Die ältesten bis jetzt bekannten Reste des ägyptischen Emmers stammen aus der Zeit der V. Dynastie; ältere Reste scheinen noch nicht nachgewiesen zu sein. Dagegen sind aus den späteren Abschnitten der ägyptischen Geschichte bis zur griechisch-römischen Zeit schon ziemlich zahlreiche Reste bekannt geworden.

Über die sogenannten „Inklusen“ in „*Glyzyrrhiza glabra* L.“ und über ihre Funktion; von Emanuel Senft. (Mit Tafel XX.)

Ermittlungen über die Pilzvergiftungen des Jahres 1916; von G. Dittrich. In ziemlich übereinstimmung mit der vorjährigen Statistik ergaben sich für 1916 89 Todesfälle. Soweit die Pilzart festgestellt werden konnte, handelte es sich fast durchweg um die grüne *Amanita phalloides*, während die bisher für so gefährlich gehaltene *Am. Mappa* in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der toxikologischen Untersuchungen als ziemlich harmlos angesehen werden muß. Ein in Breslau vorgekommener Fall, bei dem vier Personen starben, wird genauer beschrieben. Nur leichtere Vergiftungen rief der Kartoffelbovist hervor.

Über Ranken und Pollen der Bignoniaceen; von Ign. Urban. (Mit Tafel XXI.) Da die Gattungen bei dieser Familie sich hauptsächlich auf den Bau der Früchte gründen, diese aber in den Museen sehr selten vorhanden sind, so begegnet die generische Abgrenzung und die richtige Unterbringung der Arten den größten Schwierigkeiten. Verfasser zieht dazu die Ausbildung der Ranken heran, berichtigt die vielen irrtümlichen Angaben und gibt eine Übersicht über die verschiedenen Formen sowohl in biologischer als in morphologischer Hinsicht. Der bisher noch fast ganz unbekannte Pollen bietet noch bessere Charaktere (auch für die rankenlosen Gattungen): furchenlose, mit Furchen versehene Einzelkörner und Tetraden, diese sämtlich wieder mit sehr verschiedener Skulptur der Exine (hierzu die Tafel). Im dritten Abschnitt werden die Gattungen in Rücksicht auf Ranken und Pollen in systematischer Reihenfolge besprochen und drei neue Genera beschrieben, von denen eins nach dem Entdecker der Röntgenstrahlen benannt ist.

Käferblumen bei den Ranales und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Angiospermen; von L. Diels. (Mit 4 Abb. im Text.)

Teratologisches und Blütenbiologisches; von Ludw. Geisenheyner. (Mit 6 Abbild. im Text.) Verf. bespricht zuerst einige am *Helianthus annuus* aufgetretene Monstrositäten, darunter besonders eine noch nicht bekannte, die darin besteht, daß statt der Blüten auf Wucherungen des Rezeptakulums ganze Sproßsysteme von Spreuschuppen entstehen, wodurch die Scheibe ein moospolsterartiges Aussehen erhält. Zweitens wird eine zonenförmige Aufblühhart der Köpfchenblüten bei *Succisa pratensis* beschrieben und darauf hingewiesen, daß noch bei anderen Dipsacaceen Ähnliches vorkommt.

Jodbläuernde stärke- und zelluloseähnliche Kohlehydrate bei Schimmelpilzen als Folge der Wirkung freier Säuren; von Friedrich Boas. (Mit 3 Abbild. im Text.) *Aspergillus niger* bildet in Zuckerlösungen mit Ammonsalzen der Mineralsäuren als N-Quelle oder bei Gegenwart freier Säuren Stärke. Die Nährlösung enthält die Stärke gelöst, am Myzel findet sie sich als kristallinische Inkrustation. Nur bei höheren Temperaturen tritt die Stärkebildung mit Sicherheit auf. Aus dem Verhalten gegen Diastase geht hervor, daß es sich um echte Stärke handelt. Die Bildung der Stärke erfolgt aus Glykose, Lävulose und Saccharose unter dem Einflusse freier Säure. *Aspergillus Oryzae*, *A. fumigatus* und einzelne Arten von *Penicillium* verhalten sich ähnlich.

Melosira Roeseana Rabenh., eine leuchtende Bacillariacee; von Bruno Schröder. Bisher sind von sogen. Leuchtpflanzen, die ausnahmslos an wenig belichteten Standorten vorkommen, nur eine Chrysomonadine, ferner einige Meeresalgen, verschiedene Moose und Farnprothallien bekannt geworden, die zwar nicht selbst leuchtend sind, wohl aber fremdes Licht reflektieren und deshalb rötlich, grün, goldig oder blau schimmern. Dieselbe optische Eigenschaft wurde nun auch bei *Melosira Roeseana* auf dem Zobtenberge in Schlesien beobachtet, deren grün reflektierendes Licht man wahrnimmt, wenn man die Schleimlager, die sie auf überrieselten, etwas verdunkelten Felswänden bildet, unter einem möglichst kleinen Gesichtswinkel von der Seite her betrachtet. Die Entstehung dieser Reflexerscheinung ist die gleiche wie bei dem bekannten Leuchtmoss *Schistostega osmundacea*, nur fragt es sich noch, ob nur die hier zahlreich vorkommenden, wie Kugelspiegel wirkenden Anxosporen leuchten oder auch die walzenförmigen, vegetativen Zellen, die als Zylinderspiegel aufzufassen wären.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 15. Dezember 1916.

Über die spezifische Wärme des Wasserstoffes; von Paul S. Epstein.

Kritisches zur Verwendung der Kapillarwellenmethode bei Bestimmung der Oberflächenspannungen; von Bruno Thieme. Es werden die Kapillarwellenmethoden insbesondere in bezug auf notwendige Berücksichtigung von Adsorptionen einer kritischen Besprechung unterzogen und dann die Bedingungen für einwandfreie Erregung der Wellen untersucht.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 30. Dezember 1916.

Weitere Versuche über die Realität der Ampèreschen Molekularströme; von W. J. de Haas.

Über singende und empfindliche Flammen; von J. Würschmidt.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Heft 11, November 1916.

Zur Theorie der optischen Instrumente mit automatischer Scharfeinstellung; von H. Lehmann. (Schluß.)

Ein Porträtobjektiv aus drei getrennten Linsen; von Arthur Kerber. Mit Benutzung eines nur genähert korrigierten Taylor-Objektivs wird aus drei Jenaer Gläsern ein ähnlich korrigiertes Objektiv berechnet und seine Restfehler nach den früher mitgeteilten Formeln, die aus der Theorie von L. Seidel sich ergeben, nahezu gehoben. Durch trigonometrische Rechnung wird dann nachgewiesen, daß dieses Objektiv für ein Gesichtsfeld von über 30° ein gutes Bild ergibt, und auch die sogenannte Blendendifferenz gehoben ist.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Heft 12, Dezember 1916.

Untersuchung über den Einfluß elliptischer Formen der Horizontalachszapfen eines Theodoliten mit y-förmigen Lagern auf die Horizontalwinkelmessungen; von F. Baeschlin. Die Untersuchung zeigt, daß durch die im Titel angedeutete Abweichung der Achszapfen eines Theodoliten von der theoretisch verlangten Kreisform sowohl eine Verfälschung des arithmetischen Mittels der in beiden Kreislagen beobachteten Richtungen, als auch eine Differenz der Kreislagenresultate verursacht wird. Richtungsverfälschung wie auch Lagendifferenz zeigen sich vom Höhenwinkel der Zielung abhängig. Eine Elimination des Fehlers ist mit den zur Verfügung stehenden Mitteln nicht möglich.

Mechanismus zur automatischen Einstellung konjugierter Objekt- und Bildpunkte; von K. Hoecken. Die zwangsläufige Verschiebung von Objekt- und Bild-

ebene gemäß der Abbildungsgleichung $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ wird erzielt durch die Führung zweier Gleitstücke von der Länge f in einem geradlinigen Schlitz, indem ihre gegeneinander gekehrten Enden durch Schubstangen von der Länge $f\sqrt{2}$ mit einem um den Linsenort drehbaren Kurbelarm von der Länge f verbunden sind, dessen Stellung an einer Teilung die jeweilige Vergrößerung angibt.

Eine automatische Aufziehvorrichtung für die Triebwerke astronomischer Fernrohre; von Adolf Hnatek. Ein am Triebgewicht befestigtes, durch ein kleines Gegengewicht gespanntes Seil neigt einen um eine Achse drehbaren Sektor nach der einen oder anderen Seite, je nachdem das Triebgewicht hochgeht oder herabsinkt. Bei einer bestimmten Neigung kippt der Sektor auf eine seiner beiden abgescragten Unterkanten um, gegen die sich eine starke Druckfeder preßt. Dabei öffnet der Sektor durch Abspringen von einer Kontaktfeder den den Aufzugsmotor speisenden Strom oder schließt ihn bei zu tief gegangenem Triebgewicht ebenso durch Umkippen auf die andere Seite und Anspringen an diese Feder, so daß das Triebgewicht durch den intermittierend laufenden Motor stets zwischen zwei eng zu begrenzenden Höhen erhalten wird.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr. Arnold Berliner, Berlin W 9.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 12.

23. März 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik.
Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie. Von *Privatdozent Dr. Moritz Schlick, Rostock.* (Schluss). S. 177.

Ueber proteinogene Amine. Von *Privatdozent Dr. J. Abelin, Bern.* S. 186.

Physikalische und technische Mitteilungen:
Aluminium als Mittel gegen Kesselstein.
Messung des Lichtdruckes mittels einer dünnen Metallfolie. Die Wirkung hoher Gleichstromspannungen auf Luft, Oel und feste Isolatoren.
Ein neuer Versuch, die Umwandlungsgeschwindigkeit der Strahlstoffe zu beeinflussen.
Elektrostatischer Erdbebenmesser. S. 191–192.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Die quantitative organische Mikroanalyse

Von **Dr. Fritz Pregl**

o. ö. Professor der medizinischen Chemie und Vorstand des medizinisch-chemischen Instituts an der Universität Graz

Mit 38 Textfiguren

Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 9.—

Inhaltsverzeichnis.

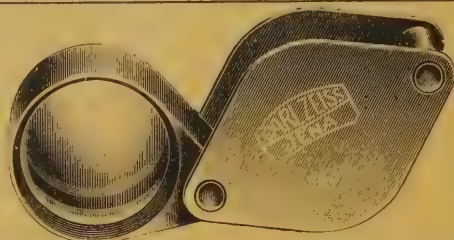
I. Einleitung. — II. Die mikrochemische Wage von Kuhlmann und das Wägen mit derselben. — III. Die Bestimmung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes in kleinsten Mengen organischer Substanzen. — IV. Die gasvolumetrische Bestimmung des Stickstoffes in kleinen Mengen organischer Substanzen (Mikro Dumas). — V. Die Bestimmung des Stickstoffes nach Kjeldahl in kleinen Substanzmengen (Mikro Kjeldahl). — VI. Die mikroanalytische Bestimmung der Halogene und des Schwefels. — VII. Die mikroanalytische Bestimmung des Phosphors in organischen Substanzen (bearbeitet von Dr. Hans Lieb). — VIII. Die Bestimmung von Metallen in Salzen. — IX. Die quantitative Mikro-

elektroanalyse. — X. Die mikroanalytische Karboxylbestimmung. — XI. Die mikroanalytische Bestimmung von Methoxyl- und Aethoxylgruppen. — XII. Die mikroanalytische Bestimmung von Methylgruppen am Stickstoff. XIII. Die Bestimmung des Molekulargewichtes in kleinen Mengen organischer Substanzen nach dem Prinzip der Siedepunktserhöhung. — XIV. Notizen über die Reinigung kleiner Substanzmengen. — XV. Die Berechnung der ausgeführten Mikroanalysen. — XVI. Verzeichnis einiger Arbeiten, die mit Hilfe der hier beschriebenen mikroanalytischen Verfahren ausgeführt wurden. — XVII. Schlußbemerkungen, Lehrplan für Anfänger, Bezugsquellen.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für
Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe
für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG

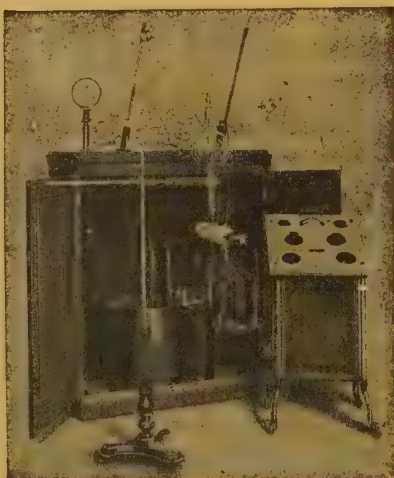


WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

23. März 1917.

Heft 12.

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik.

Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie.

Von Privatdozent Dr. Moritz Schlick, Rostock.
(Schluß.)

V. Die Relativität der Bewegungen und ihr Verhältnis zur Trägheit und Gravitation.

Wäre man sich dieser letzten Wahrheit¹⁾ stets bewußt gewesen, so hätte der berühmte immer wieder erneuerte Streit über die Existenz der sogenannten *absoluten Bewegung* von vornherein ein anderes Antlitz bekommen. Der Begriff der Bewegung nämlich hat einen realen Sinn zunächst nur in der Dynamik, als Ortsveränderung materieller Körper mit der Zeit; die sogenannte reine Kinematik (zu *Kants* Zeiten „Phoronomie“ genannt) entsteht aus der Dynamik dadurch, daß man von der *Masse* abstrahiert, sie ist also die Lehre von der zeitlichen Änderung des Ortes bloßer mathematischer Punkte. Inwieweit dieses Abstraktionsgebilde zur Naturbeschreibung dienen kann, läßt sich nur durch die Erfahrung entscheiden. Die Gegner der absoluten Bewegung (z. B. *Mach*) argumentierten vor *Einstein* immer folgendermaßen: Jede Ortsbestimmung ist, da nur für ein bestimmtes Bezugssystem definiert, ihrem Begriff nach relativ, also auch jede Ortsveränderung; es gibt mithin nur relative Bewegung, d. h. es kann kein ausgezeichnetes Bezugssystem geben; da nämlich der Begriff der Ruhe ein relativer ist, muß ich jedes beliebige Bezugssystem als ruhend betrachten können.

Diese Beweisführung übersieht aber, daß die Definition der Bewegung als *Ortsveränderung schlechthin* nur die Bewegung im Sinn der Kinematik trifft. Für reale Bewegungen, d. h. für die Mechanik oder Dynamik, braucht der Schluß nicht bindend zu sein; erst die Erfahrung muß zeigen, ob er berechtigt war. Rein kinematisch ist es natürlich dasselbe, ob man sagt: die Erde rotiert, oder: der Fixsternhimmel dreht sich um die Erde; daraus folgt aber nicht, daß beides auch dynamisch ununterscheidbar sein müsse. *Newton* nahm vielmehr bekanntlich das Gegenteil an. Er glaubte — scheinbar im besten Einklang mit der

Erfahrung —, daß man einen rotierenden Körper von einem ruhenden durch die Zentrifugalkräfte (Abplattung) unterscheiden könnte, und eben durch das Fehlen der Zentrifugalkräfte würde dann die absolute Ruhe (von gleichförmiger Translation abgesehen) definiert sein. In der erfahrbaren Wirklichkeit geht eben jede beschleunigte Ortsveränderung mit dem Auftreten von Trägheitswiderständen (z. B. Fliehkräften) Hand in Hand; und es ist willkürlich, von diesen beiden Momenten, die gleichermaßen zur physischen Bewegung gehören und nur in der Abstraktion trennbar sind, das eine als die Ursache des andern zu erklären, nämlich die Trägheitswiderstände als *Wirkung* der Beschleunigung aufzufassen. Es läßt sich also nicht aus dem bloßen Begriff der Bewegung beweisen (wie *Mach* das wollte), daß es kein ausgezeichnetes Bezugssystem, d. h. keine absolute Bewegung geben könne, sondern die Entscheidung muß der Beobachtung vorbehalten bleiben.

Darin freilich hatte *Newton* unrecht, daß er glaubte, die Beobachtung habe bereits die Frage entschieden, nämlich so, daß zwar geradlinig-gleichförmige Bewegungen in der Tat relativ seien (d. h. die Gesetze der Dynamik sind genau die gleichen für zwei Bezugssysteme, die sich geradlinig-gleichförmig zueinander bewegen), daß dies aber nicht gelte für beschleunigte Bewegungen (also z. B. rotierende); vielmehr hätten alle Beschleunigungen absoluten Charakter, gewisse Bezugssysteme seien dadurch ausgezeichnet, daß allein in ihnen das Trägheitsgesetz gültig ist. Man nennt sie deshalb Inertialsysteme. Ein Inertialsystem würde also nach *Newton* dadurch definiert und daran zu erkennen sein, daß ein Körper, auf den keine Kräfte wirken, in ihm sich geradlinig-gleichförmig bewegt (oder ruht), daß also an einem Körper nur dann keine Fliehkräfte (keine Abplattung) auftreten, wenn er in bezug auf das Inertialsystem nicht rotiert. Diese Anschauungen machte *Newton*, wie gesagt, mit Unrecht zum Fundament der Mechanik, denn sie haben in Wahrheit keine ausreichende Grundlage in der Erfahrung; keine Beobachtung nämlich zeigt uns einen Körper, auf den gar keine Kräfte wirken, und es liegen keine Erfahrungen darüber vor, ob ein in einem Inertialsystem ruhender Körper nicht vielleicht doch Zentrifugalkräfte aufweist, wenn etwa eine außerordentlich große Masse in seiner Nähe rotiert, ob also nicht doch vielleicht auch jene Kräfte nur Eigentümlichkeiten der *relativen* Rotation sind.

Die Sachlage war also tatsächlich folgende: Einerseits reichten die bekannten Erfahrungen

¹⁾ Raum und Zeit sind nur in der Abstraktion von den physischen Dingen und Vorgängen trennbar. Wirklich ist nur die Vereinigung, die Einheit von Raum, Zeit und Dingen; jedes für sich ist eine Abstraktion. Und bei einer Abstraktion muß man sich immer fragen, ob sie auch naturwissenschaftlichen Sinn hat, d. h. ob das durch die Abstraktion Getrennte auch tatsächlich voneinander unabhängig ist.

nicht aus, um die Richtigkeit der Newtonschen Annahme von der Existenz absoluter Beschleunigungen (d. h. ausgezeichneten Bezugssysteme) zu erweisen; andererseits waren aber auch, wie eben gezeigt, die allgemeinen Argumente (z. B. *Machs*) für die Relativität aller Beschleunigungen keineswegs zwingend. Vom Standpunkte der Erfahrung mußten also einstweilen beide Ansichten als möglich zugelassen werden. Erkenntnistheoretisch betrachtet hat aber natürlich der Standpunkt, welcher die Existenz ausgezeichneten Bezugssysteme leugnet und mithin an der Relativität aller Bewegungen festhielt, großen Reiz und gewaltige Vorzüge vor dem Newtonschen, denn wenn er sich durchführen läßt, so würde das eine ganz außerordentliche Vereinfachung des Weltbildes bedeuten. Es wäre überaus befriedigend, wenn wir sagen dürften: nicht bloß gleichförmige, sondern überhaupt alle Bewegungen sind relativ; der kinematische und der dynamische Bewegungsbegriff würden dann realiter zusammenfallen; zur Feststellung des Charakters einer Bewegung würden rein kinematische Beobachtungen genügen, es brauchten nicht noch Beobachtungen von Trägheitswiderständen (Flichkräften) hinzukommen, deren es bei *Newton* bedurfte. Eine allein auf relative Bewegungen aufgebaute Mechanik würde also ein sehr viel geschlosseneres, vollendetes Weltbild ergeben als die Newtonsche. Es wäre zwar nicht etwa (wie *Mach* meinte) als das einzig richtige Weltbild erwiesen, wohl aber empfähle es sich (wie *Einstein* hervorhebt) von vornherein durch seine imposante Einfachheit und Abrundung¹⁾.

Bis zu *Einstein* war aber solch ein Weltbild, d. h. der Gedanke einer allein auf relative Bewegungen gegründeten Mechanik, immer nur eine Forderung, ein lockendes Ziel gewesen, eine der-

¹⁾ *Einstein* fügt hinzu, die Newtonsche Mechanik leiste z. B. in bezug auf den Fall des rotierenden sich abplattenden Körpers der Forderung der Kausalität nur scheinbar Genüge (Ann. d. Physik, 49, 771 ff.) und *E. Freundlich* (Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie, S. 30) meint gleichfalls, erst das neue Weltbild verleihe dem Kausalprinzip „wirklich die Bedeutung eines für die Erfahrungswelt gültigen Gesetzes“. Diese Formulierung erscheint mir aber nicht ganz einwandfrei. Man braucht die Newtonsche Lehre wohl nicht so aufzufassen, als erkläre sie den Galileischen Raum, der ja freilich keine beobachtbare Sache ist, für die Ursache der Zentrifugalkräfte, sondern man kann die Redeweise vom absoluten Raum wohl auch als eine Umschreibung der bloßen Tatsache des Daseins dieser Kräfte betrachten; sie wären dann eben ein schlechthin Gegebenes, und die Frage, aus welchem Grunde sie bei dem einen Körper auftreten, bei dem anderen fehlen, würde auf derselben Stufe stehen wie die Frage, aus welchem Grunde sich an dem einen Ort der Welt ein Körper befinde, am anderen nicht. Die absolute Rotation braucht nicht als die Ursache der Abplattung bezeichnet zu werden, sondern man kann sagen: jene ist eben durch diese definiert. Ich glaube also, daß *Newtons* Dynamik hinsichtlich des Kausalprinzips ganz in Ordnung ist; gegen den Einwand, sie führe bloß fingierte Ursachen ein, könnte sie sich wohl verteidigen, wenn auch *Newtons* eigene Ausdrucksweise nicht korrekt war.

artige Mechanik war nie aufgestellt oder auch nur ein gangbarer Weg zu ihr gewiesen worden; man konnte nicht einmal wissen, ob und unter welchen Voraussetzungen sie überhaupt möglich, mit den Erfahrungstatsachen vereinbar war. Ja, die Wissenschaft schien sogar in der entgegengesetzten Richtung fortschreiten zu müssen, denn während in der klassischen Mechanik alle in bezug auf ein Inertialsystem geradlinig-gleichförmig bewegten Systeme gleichfalls Inertialsysteme waren, so daß wenigstens alle gleichförmigen Translationsbewegungen relativen Charakter behielten, schien für die elektromagnetisch-optischen Erscheinungen selbst dies nicht mehr zu gelten: in der Lorentzschen Elektrodynamik gab es nur noch ein einziges ausgezeichnetes Bezugssystem (man bezeichnete es als das „im Äther ruhende“). Wie bekannt, gelang es dann aber *Einstein* schon 1905, das in der alten Mechanik bereits geltende Prinzip der Relativität aller gleichförmigen Translation — das spezielle Relativitätsprinzip — auf die gesamte Physik auszudehnen, wozu er den Begriff der Zeit und der Länge in der besprochenen Weise relativieren, d. h. abhängig vom Bezugssystem annehmen mußte. Erst auf dem so geschaffenen Boden konnte nun der Gedanke der ganz allgemeinen Relativität beliebiger Bewegungen wieder aufgenommen werden, und wiederum war es *Einstein*, der ihn wirklich nutzbar machte. Er hat ihn gleichsam aus den erkenntnistheoretischen Regionen auf den Boden der Physik verpflanzt und damit erst in greifbare Nähe gerückt.

Einstein stellte den erkenntnistheoretischen Gründen, so schwerwiegend sie auch sein mochten, vor allem ein physikalisches Argument dafür zur Seite, daß in der Tat alle Bewegungen in Wirklichkeit höchst wahrscheinlich relativen Charakter hätten. Dieses physikalische Argument stützt sich auf die Gleichheit der trägen und der schweren Masse. Wir können es uns folgendermaßen verdeutlichen. Gesetzt, alle Beschleunigungen sind relativ, dann beruhen alle Zentrifugalkräfte oder sonstigen Trägheitswiderstände, die wir beobachten, auf der Relativbewegung zu andern Körpern, wir müssen folglich die Ursache der Trägheitswiderstände in der Anwesenheit jener andern Körper suchen. Wären z. B. außer der Erde überhaupt keine andern Himmelskörper vorhanden, so könnte man nicht von einer Rotation der Erde reden, und sie könnte nicht abgeplattet sein. Die Zentrifugalkräfte, durch die ihre tatsächliche Abplattung zustande gekommen ist, müssen also einer Wirkung der Himmelskörper auf die Erde ihr Dasein verdanken. Nun kennt aber die klassische Mechanik in der Tat eine Wirkung, welche alle Körper gegenseitig aufeinander ausüben: das ist die *Gravitation*. Gibt die Erfahrung irgend einen Anhalt dafür, daß etwa diese Gravitation auch für die Trägheitswirkungen verantwortlich gemacht werden könnte? Ein solcher Anhalt ist tatsächlich vorhanden, und zwar ein

höchst bemerkenswerter: es ist der Umstand, daß es für irgend einen bestimmten Körper eine und dieselbe Konstante ist, welche für die Trägheits- wie für die Gravitationswirkungen maßgebend ist; sie heißt bekanntlich die *Masse*. Beschreibt z. B. ein Körper eine Kreisbahn relativ zu einem Inertialsystem, so ist nach der klassischen Mechanik die dazu nötige Zentralkraft proportional einem für den Körper charakteristischen Faktor m ; wird aber der Körper von einem andern vermöge der Gravitation angezogen (z. B. von der Erde), so ist die auf ihn wirkende Kraft (z. B. sein Gewicht) diesem selben Faktor m proportional. Hierauf beruht es, daß an derselben Stelle des Gravitationsfeldes alle Körper ohne Ausnahme *dieselbe* Beschleunigung erleiden, denn die Masse m des Körpers hebt sich fort, da sie sowohl in dem Ausdruck für den Trägheitswiderstand wie für die Attraktion als Proportionalitätskonstante auftritt.

Den Zusammenhang zwischen Gravitation und Trägheit hat *Einstein* durch folgende Betrachtung überaus anschaulich gemacht. Wenn ein irgendwo in der Welt in einem geschlossenen Kasten befindlicher Physiker beobachtete, daß alle sich selbst überlassenen Gegenstände in eine bestimmte Beschleunigung geraten, etwa stets mit konstanter Beschleunigung auf den Boden des Kastens fallen, so könnte er diese Erscheinung auf zwei Arten erklären: erstens könnte er annehmen, daß sein Kasten auf einem Himmelskörper ruhe, und den Fall der Gegenstände auf die Gravitationswirkung desselben zurückführen; zweitens aber könnte er auch annehmen, daß der Kasten sich mit konstanter Beschleunigung nach „oben“ bewege: dann wäre das Verhalten der „fallenden“ Gegenstände durch ihre Trägheit erklärt. Beide Erklärungen sind genau gleich möglich, jener Physiker hat kein Mittel, zwischen ihnen zu entscheiden. Nimmt man an, daß alle Beschleunigungen relativ sind, daß also ein Unterscheidungs-mittel *prinzipiell* fehlt, so läßt sich dies verallgemeinern: an jedem Punkte des Universums kann man die beobachtete Beschleunigung eines sich selbst überlassenen Körpers entweder als Trägheitswirkung auffassen oder als Gravitationswirkung, d. h., man kann entweder sagen: „das Bezugssystem, von dem aus ich den Vorgang beobachte, ist beschleunigt“ oder: „der Vorgang findet in einem Gravitationsfelde statt“. Die Gleichwertigkeit beider Auffassungen bezeichnen wir mit *Einstein* als das *Äquivalenzprinzip*. Es beruht, wie gesagt, auf der Identität von träger und gravitierender Masse.

Dieser Umstand der Identität der beiden Faktoren ist nun höchst auffällig, und wenn man sich ihn einmal recht vor Augen stellt, muß man staunen, daß vor *Einstein* niemand daran gedacht hat, Schwere und Trägheit in eine engere Verbindung miteinander zu bringen. Hätte man auf einem anderen Gebiete Analoges beobachtet, hätte man z. B. irgend eine Wirkung gefunden, die der

auf einem Körper vorhandenen Elektrizitätsmenge proportional ist, so würde man sie von vornherein in Zusammenhang mit den übrigen elektrischen Erscheinungen gebracht haben, man würde die elektrischen Kräfte und die gedachte neue Wirkung als verschiedene Äußerungen einer und derselben Gesetzmäßigkeit aufgefaßt haben. In der klassischen Mechanik ist aber nicht die geringste Beziehung hergestellt zwischen Trägheits- und Gravitationserscheinungen, sie sind nicht in einer einzigen Gesetzmäßigkeit zusammengefaßt, sondern stehen ganz unverbunden nebeneinander; und daß bei beiden ein und derselbe Faktor — die Masse — eine Rolle spielt, ist für *Newton* rein zufällig. Sollte es wirklich Zufall sein? Das wäre unwahrscheinlich im höchsten Maße. Die Identität der trägen und der gravitierenden Masse ist also der eigentliche Erfahrungsgrund, der uns erst das Recht gibt zu der Annahme oder der Behauptung, daß die Trägheitswirkungen, die wir an einem Körper beobachten, auf den Einfluß zurückzuführen sind, den er von andern Körpern erleidet. (Natürlich ist der Einfluß gemäß den modernen Anschauungen nicht als eine Fernwirkung aufzufassen, sondern als durch ein Feld vermittelt.)

Jene Behauptung bedeutet die Forderung einer unbeschränkten Relativität der Bewegungen, denn da jetzt alle Erscheinungen nur von der *gegenseitigen* Lage und Bewegung der Körper abhängen sollen, so kommt der Bezug auf irgend ein besonderes Koordinatensystem gar nicht mehr vor. Der Ausdruck der Naturgesetze in bezug auf ein in einem beliebigen Körper (z. B. der Sonne) ruhendes Koordinatensystem muß derselbe sein wie in bezug auf ein in einem beliebigen andern Körper (z. B. ein Karussell auf der Erde) ruhendes; man muß beide mit gleichem Rechte als „ruhend“ betrachten können. Die Newtonsche Mechanik mußte ihre Gesetze auf ein ganz bestimmtes System (ein Inertialsystem) beziehen, das von der gegenseitigen Lage der Körper unabhängig war, denn nur für dieses galt das Trägheitsgesetz; in der neuen Mechanik dagegen, welche Trägheits- und Gravitationswirkungen als Ausdruck eines einzigen Grundgesetzes zu fassen hat, müssen nicht nur die Erscheinungen der Schwere, sondern auch die der Trägheit allein von der relativen Lage und Bewegung der Körper zueinander abhängen. Der Ausdruck jenes Grundgesetzes muß demnach so beschaffen sein, daß durch ihn kein Koordinatensystem vor den andern ausgezeichnet wird, sondern daß er für jedes beliebige seine Geltung unverändert behält. Es ist klar, daß die alte Newtonsche Dynamik nur eine erste Näherung an die neue Mechanik bedeuten kann, denn die letztere fordert ja im Gegensatz zur ersteren, daß z. B. an einem Körper Zentrifugalbeschleunigungen auftreten müssen, wenn große Massen um ihn herum rotieren, und der Widerspruch der neuen gegen die klassische Mechanik tritt in diesem besonderen Falle nur

deshalb nicht zutage, weil jene Kräfte auch für die größten bei einem Experiment verwendbaren Massen noch so klein sind, daß sie sich der Beobachtung entziehen.

Einstein ist es nun wirklich gelungen, ein Grundgesetz aufzustellen, welches Trägheits- und Gravitationserscheinungen in gleicher Weise umfaßt. Wir sind nun bald genügend vorbereitet, um den Weg klar zu überschauen, auf welchem er dahin gelangte.

VI. Das allgemeine Relativitätspostulat und die Maßbestimmungen des Raum-Zeit-Kontinuums.

Soweit wir den Gedanken der Relativität zuletzt im physikalischen Denken verfolgt haben, bezog er sich nur auf Bewegungen. Sind diese wirklich ausnahmslos relativ, so sind ganz beliebig zueinander bewegte Koordinatensysteme gleichberechtigt, und der Raum hat seine Gegenständlichkeit insoweit eingebüßt, als es nicht möglich ist, irgendwelche Bewegungen oder Beschleunigungen in bezug auf ihn zu definieren. Er hat aber doch noch eine gewisse Gegenständlichkeit behalten, solange er noch stillschweigend mit ganz bestimmten Maßeigenschaften ausgestattet gedacht wird. In der alten Physik legte man jedem Meßverfahren ohne weiteres die Idee eines starren Stabes zugrunde, der zu jeder Zeit dieselbe Länge besäße, an welchem Ort und in welcher Lage und Umgebung er sich auch befinden möge, und an der Hand dieses Gedankens wurden alle Maße nach den Vorschriften der Euklidischen Geometrie ermittelt. Hieran wurde durch die neuere auf der speziellen Relativitätstheorie aufgebaute Physik nichts geändert, sofern nur die Voraussetzung erfüllt war, daß die Messungen alle innerhalb desselben Bezugssystems mit einem jeweils in ihm ruhenden Maßstabe ausgeführt wurden. Damit war dem Raume eine „Euklidische Struktur“ noch gleichsam als selbständige Eigenschaft gelassen, denn das Resultat jener Maßbestimmungen wurde ja als gänzlich unabhängig gedacht von den im Raume herrschenden physischen Bedingungen, z. B. von der Verteilung der Körper und ihren Gravitationsfeldern. Nun sahen wir aber allerdings, daß es stets möglich ist, die Lagen- und Größenbeziehungen der Körper und Vorgänge nach den gewöhnlichen Euklidischen Vorschriften, etwa durch Cartesische Koordinaten, festzulegen, wenn man nur die dazu gehörende Formulierung der physikalischen Gesetze einführt. Nun sind wir aber jetzt in bezug auf die zu wählende Formulierung der Physik bereits in einer Hinsicht gebunden: wir hatten ja die Aufgabe gestellt, sie, wenn möglich, so zu bestimmen, daß das allgemeine Relativitätspostulat erfüllt wird. Und daß wir unter dieser Bedingung mit der Euklidischen Geometrie auskommen, versteht sich keineswegs von selbst. Wir müssen damit rechnen, daß es nicht der Fall ist. Hatte sich doch gezeigt, daß sogar dem speziellen Relativitätspostulat nur Geringes geleistet werden kann, wenn der in der

Physik bis dahin stets vorausgesetzte Zeitbegriff modifiziert wird; da könnte es ganz wohl sein, daß das verallgemeinerte Relativitätsprinzip uns zwänge, von der gewohnten Euklidischen Geometrie abzugehen.

Einstein kommt durch Betrachtung eines ganz einfachen Beispiels zu dem Ergebnis, daß dies in der Tat der Fall ist. Er zeigt nämlich (Ann. d. Physik 49, 774), daß die Länge eines Stabes als von seiner Orientierung abhängig anzusehen ist, wenn wir z. B. zwei zueinander rotierende Koordinatensysteme als gleichberechtigt betrachten. (Haben wir zwei Koordinatensysteme mit gemeinsamer z -Achse als Rotationsachse, und bestimmen wir in dem einen derselben für einen um den Koordinatenanfang geschlagenen Kreis das Verhältnis des Umfangs zum Durchmesser durch Aneinanderlegen eines unendlich kleinen jeweils im System ruhenden Maßstabes, so erleidet, vom andern System aus betrachtet, der Stab eine Lorentzkontraktion bei der Umfangmessung, nicht aber bei der Radiusmessung; für das Verhältnis ergibt sich also ein größerer Wert als π , wir sind mithin nicht in der Euklidischen Geometrie.) Wenn wir also in der Physik das allgemeine Relativitätspostulat aufrecht erhalten wollen, so müssen wir darauf verzichten, die Abmessungen und Lagebeziehungen der Körperwelt mit Hilfe Euklidischer Methoden zu beschreiben. Es ist aber nicht etwa so, daß an die Stelle der Euklidischen Geometrie nun eine bestimmte andere, etwa die Lobatschewskysche oder die Riemannsche, für den ganzen Raum zu treten hätte, so daß unser Raum als pseudosphärischer oder sphärischer zu behandeln wäre, wie Mathematiker und Philosophen sich das wohl vorzustellen pflegten — sondern es sind die verschiedenartigsten Maßbestimmungen zu verwenden, im allgemeinen an jeder Stelle andere; und welche es sind, hängt nun von dem Gravitationsfelde an jenem Orte ab. Darin liegt nicht die geringste Denkschwierigkeit, denn wir haben uns ja oben ausführlich davon überzeugt, daß es überhaupt erst die Dinge im Raum sind, die ihm eine bestimmte Struktur, eine Konstitution geben, und es ergibt sich jetzt nur — wir werden das alsbald sehen —, daß wir eben den schweren Massen bzw. ihren Gravitationsfeldern diese Rolle zuweisen müssen.

Damit wird es nun ganz unmöglich, dem Raum irgendwelche Eigenschaften zuzuschreiben ohne Rücksicht auf die Dinge in ihm, und es ist nun auch in der Physik die Relativierung des Raumes so vollständig vollzogen, wie wir sie oben aus allgemeineren Betrachtungen heraus als das einzig Natürliche erkannten. Der Raum und die Zeit sind für sich niemals Gegenstände der Messung; sie bilden zusammen nur ein vierdimensionales Schema, in welches wir mit Hilfe unserer Beobachtungen und Messungen die physikalischen Objekte und Prozesse einordnen. Wir wählen das Schema so (und wir können es, da es sich um ein Abstraktionsgebilde handelt), daß das auf diese

Weise entstehende System der Physik einen möglichst einfachen Bau erhält.

Wie findet denn nun diese Einordnung statt? Was beobachten und messen wir eigentlich?

Man sieht leicht ein, daß die Möglichkeit alles exakten Beobachtens darauf beruht, identisch dieselben physischen Punkte zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten ins Auge zu fassen, und daß alles Messen hinausläuft auf die Konstatierung des Zusammenfallens zweier solcher festgehaltenen Punkte am selben Ort und zur gleichen Zeit. Die Messung einer Länge geschieht, indem wir einen Einheitsmaßstab an einen Körper anlegen und die Koinzidenz seiner Enden mit bestimmten Punkten an dem Körper feststellen. Die Messung aller physikalischen Größen wird nun durch unsere Apparate in letzter Linie auf Längenmessung zurückgeführt. Die Einstellung und Ablesung aller Meßinstrumente, welcher Art sie auch sein mögen, ob sie mit Zeigern und Skalen, Winkelteilungen, Wasserwagen, Quecksilbersäulen oder was sonst arbeiten, geschieht stets durch die Beobachtung der zeiträumlichen Koinzidenz zweier, oder mehrerer Punkte. Das gilt vor allem auch für alle der Zeitmessung dienenden Apparate, die bekanntlich *Uhren* heißen. Solche Koinzidenzen sind also streng genommen das einzige, was sich beobachten läßt, und die ganze Physik kann aufgefaßt werden als ein Inbegriff von Gesetzen, nach denen das Auftreten dieser zeiträumlichen Koinzidenzen stattfindet. Alles, was sich in unserm Weltbilde *nicht* auf derartige Koinzidenzen zurückführen läßt, entbehrt der physikalischen Gegenständlichkeit und kann ebenso gut durch etwas anderes ersetzt werden. Alle Weltbilder, die hinsichtlich der Gesetze jener Punktkoinzidenzen übereinstimmen, sind physikalisch absolut gleichwertig. Wir sahen früher, daß es überhaupt keine beobachtbare, physikalisch reale Änderung bedeutet, wenn wir uns die ganze Welt in völlig beliebiger Weise deformiert denken, falls nur die Koordinaten eines jeden physischen Punktes *nach* der Deformation stetige, eindeutige, im übrigen aber ganz willkürliche Funktionen seiner Koordinaten *vor* der Deformation sind. Bei einer derartigen Punkttransformation bleiben nun in der Tat alle räumlichen Koinzidenzen restlos bestehen, sie werden durch die Verzerrung nicht berührt, so sehr auch alle Entfernungen und Lagen durch sie geändert werden mögen. Befinden sich nämlich zwei koinzidierende — d. h. unendlich benachbarte — Punkte *A* und *B* vor der Verzerrung an einem Orte, dessen Koordinaten x_1, x_2, x_3 sind, und gelangt *A* durch die Deformation an den Ort x'_1, x'_2, x'_3 , so muß, da nach Voraussetzung die x' stetige und eindeutige Funktionen der x sind, auch *B* nach der Verzerrung die Koordinaten x'_1, x'_2, x'_3 haben, sich also in demselben Orte, d. h. in unmittelbarer Nachbarschaft von *A* befinden. Alle Koinzidenzen bleiben mithin bei der Deformation ungestört erhalten.

Wir hatten früher unsere Betrachtungen der

Anschaulichkeit wegen zunächst für den Raum allein durchgeführt; wir können sie jetzt dadurch verallgemeinern, daß wir uns die Zeit t als vierte Koordinate hinzugefügt denken. Besser noch wählen wir als vierte Koordinate das Produkt $ct = x_4$, worin c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet. Das sind Festsetzungen, welche die mathematische Formulierung und Rechnung erleichtern und also zunächst rein formale Bedeutung haben. Es wäre mithin verkehrt, an die Einführung der vierdimensionalen Betrachtungsweise irgendwelche metaphysischen Spekulationen knüpfen zu wollen.

Auch unabhängig von der mathematischen Formulierung kann man den Nutzen einsehen, den die Auffassung der Zeit als vierte Koordinate mit sich bringt, und die innere Berechtigung dieser Darstellungsart erkennen. Denken wir uns, um dies zu verdeutlichen, ein Punkt bewege sich irgendwie in einer Ebene, die wir als x_1 - x_2 -Ebene wählen; er beschreibt also in ihr irgend eine Kurve. Zeichnen wir diese Kurve auf, so können wir aus ihrer Betrachtung wohl die Gestalt seiner Bahn entnehmen, nicht aber die übrigen Daten der Bewegung ablesen, etwa die Geschwindigkeit, die er an verschiedenen Orten seiner Bahn hat, und die Zeit, zu welcher er sich an diesen Orten befindet. Nehmen wir aber die Zeit als dritte Koordinate x_3 hinzu, so wird dieselbe Bewegung durch eine dreidimensionale Kurve dargestellt, deren Gestalt restlos über den Charakter der Bewegung Aufschluß gibt, denn man kann an ihr unmittelbar erkennen, welches x_3 zu irgend einem Ort $x_1 x_2$ der Bahn gehört, und auch die Geschwindigkeit läßt sich jeweils aus der Neigung der Kurve gegen die x_1 - x_2 -Ebene ablesen. Wir nennen die Kurve mit *Minkowski* passend die *Weltlinie* des Punktes. Eine Kreisbewegung in der x_1 - x_2 -Ebene würde z. B. durch eine schraubenförmige Weltlinie in der x_1 - x_2 - x_3 -Mannigfaltigkeit wiedergegeben. Die Bahnkurve des Punktes drückt gleichsam willkürlich nur eine Seite seiner Bewegung aus, nämlich die Projektion der dreidimensionalen Weltlinie auf die x_1 - x_2 -Ebene. Findet nun die Bewegung des Punktes selbst schon im dreidimensionalen Raume statt, so erhält man als seine Weltlinie eine Kurve in der vierdimensionalen Mannigfaltigkeit der x_1 - x_2 - x_3 - x_4 , und an dieser Linie kann man sämtliche Eigenschaften der Bewegung des Punktes äußerst bequem studieren. Die Bahnkurve des Punktes im Raume ist die Projektion der Weltlinie auf die Mannigfaltigkeit der x_1, x_2, x_3 , sie stellt also willkürlich und einseitig nur einige Eigenschaften der Bewegung dar, während die Weltlinie sie alle vollständig zum Ausdruck bringt.

Die in bezug auf die allgemeine Relativität des Raumes angestellten Überlegungen lassen sich ohne weiteres übertragen auf die vierdimensionale Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit; sie bleiben auch hier richtig, denn durch die Vermehrung der Zahl der Koordinaten um eine wird ja im Prinzip nichts geändert. In dieser Mannigfaltigkeit der x_1, x_2, x_3, x_4 stellt nun das System aller Weltlinien den zeit-

lichen Verlauf aller Vorgänge des Universums dar. Während eine Punkttransformation *im Raume allein* eine Deformation des Universums darstellte, also eine Lageänderung und Verzerrung der Körper, bedeutet eine Punkttransformation im vierdimensionalen Universum zugleich auch eine Änderung des *Bewegungszustandes* der dreidimensionalen Körperwelt, denn die Zeitkoordinate wird ja von der Transformation mit betroffen. Die für die vierdimensionalen Gestalten erhaltenen Resultate kann man sich stets wieder anschaulich machen, indem man sie als Bewegungen dreidimensionaler Gebilde auffaßt. Denken wir uns eine derartige durchgehende Veränderung im Universum vorgenommen, welche jeden physischen Punkt so an einen andern Raum-Zeit-Punkt bringt, daß seine neuen Koordinaten x_1', x_2', x_3', x_4' ganz beliebige (nur stetige und eindeutige) Funktionen seiner vorigen Koordinaten x_1, x_2, x_3, x_4 sind, so ist wiederum die neue Welt von der alten physikalisch überhaupt gar nicht verschieden, die ganze Änderung ist weiter nichts als eine Transformation auf andere Koordinaten. Denn das durch unsere Apparate allein Beobachtbare, die raum-zeitlichen Koinzidenzen, bleibt ja erhalten. Zwei Punkte, die in dem einen Universum in dem Weltpunkt x_1, x_2, x_3, x_4 zusammenfielen, koinzidierten im andern in dem Weltpunkt x_1', x_2', x_3', x_4' ; ihr Zusammenfallen — und weiter läßt sich ja nichts beobachten — findet in der zweiten Welt genau so gut statt, wie in der ersten.

Der Wunsch, in den Ausdruck der Naturgesetze nur physikalisch Beobachtbares aufzunehmen, führt mithin zu der Forderung, daß die Gleichungen der Physik ihre Form bei jener ganz beliebigen Transformation nicht ändern, daß sie also für *beliebige* Raum-Zeit-Koordinatensysteme gelten, mithin, mathematisch ausgedrückt, *allen* Substitutionen gegenüber „kovariant“ sind. Diese Forderung enthält unser allgemeines Relativitätspostulat in sich, denn zu *allen* Substitutionen gehören natürlich auch die, welche Transformationen auf gänzlich beliebig bewegte dreidimensionale Koordinatensysteme darstellen — sie geht aber noch darüber hinaus, indem sie auch noch *innerhalb* dieser Koordinatensysteme die Relativität des Raumes in jenem allgemeinsten Sinne bestehen läßt, den wir so ausführlich besprochen haben. Auf diese Weise wird in der Tat, wie *Einstein* es ausdrückt, dem Raum und der Zeit „der letzte Rest physikalischer Gegenständlichkeit“ genommen.

Wie oben erläutert, können wir die Lage eines Punktes in der Weise bestimmen, daß wir uns im Raume drei Scharen von Flächen gelegt denken, jeder Fläche innerhalb ihrer Schar eine bestimmte Zahl — einen Parameterwert — zuordnen und die Zahlen derjenigen drei Flächen, die sich in dem Punkte schneiden, als seine Koordinaten benutzen. Zwischen den so bestimmten (Gaußschen) Koordinaten bestehen dann im allgemeinen natürlich

nicht die Beziehungen, welche für die gewöhnlichen Cartesischen Koordinaten der Euklidischen Geometrie gelten. Die Cartesische x -Koordinate eines Punktes stellt man z. B. in der Weise fest, daß man auf der x -Achse von ihrem Anfang bis zur Projektion des Punktes auf die Achse einen starren Einheitsmaßstab abträgt; dann gibt die Zahl der nötigen Abtragungen den Wert der Koordinate. Bei den neuen Koordinaten ist das anders, denn der Wert eines Parameters ist dort nicht so ohne weiteres durch eine Anzahl von Abtragungen gegeben. Die x_1, x_2, x_3, x_4 der vierdimensionalen Welt müssen wir nun auch als Parameter ansehen, deren jeder einer Schar dreidimensionaler Mannigfaltigkeiten entspricht; von vier solchen Scharen ist das Raum-Zeit-Kontinuum durchzogen, und in jedem Weltpunkt schneiden sich vier dreidimensionale Kontinua, deren Parameter dann eben seine Koordinaten sind.

Wenn man nun bedenkt, daß prinzipiell eine ganz beliebige Einteilung des Kontinuums durch Flächenscharen zur Festlegung der Koordinaten soll dienen können — es sollen ja die physikalischen Gesetze *beliebigen* Transformationen gegenüber invariant sein —, so scheint zunächst jeder feste Halt und alle Orientierung verloren zu sein. Man sieht auf den ersten Blick nicht, wie überhaupt noch Messungen möglich sind, wie man überhaupt dazu kommen kann, den neuen Koordinaten noch bestimmte Zahlenwerte beizulegen, selbst wenn diese keine unmittelbaren Meßresultate mehr sind. Ein Vergleichen von Maßstäben, ein Beobachten von Koinzidenzen wird, wie wir sahen, erst dadurch zu einer *Messung*, daß wir irgend eine Idee zugrunde legen, irgend eine physikalische Voraussetzung machen, oder vielmehr Festsetzung treffen, deren Wahl streng genommen in letzter Linie stets willkürlich bleibt, wenn sie uns auch durch die Erfahrung als die einfachste so nahe gelegt wird, daß wir praktisch nicht schwanken. Es ist also hier nötig, eine Festsetzung zu treffen, und wir gelangen zu ihr durch eine Art Kontinuitätsprinzip auf folgende Weise. In der üblichen Physik pflegte man ohne weiteres anzunehmen, daß man von starren Maßstäben sprechen und sie mit gewisser Annäherung realisieren könne, deren Länge an jedem beliebigen Orte, in jeder Lage und Geschwindigkeit als ein und dieselbe Größe betrachtet werden darf. Schon durch die spezielle Relativitätstheorie wurde diese Annahme in gewisser Hinsicht eingeschränkt; nach ihr ist eine Stablänge im allgemeinen von der Geschwindigkeit seiner Bewegung relativ zum Beobachter abhängig, und das gleiche gilt von den Angaben einer Uhr. Die Vermittelung mit der alten Physik und gleichsam der kontinuierliche Übergang zu ihr ist nun dadurch hergestellt, daß die Änderungen der Längen- und Zeitangaben unmerklich klein werden, wenn die Geschwindigkeit nicht groß ist; für kleine Geschwindigkeiten (verglichen mit der des Lichtes) kann man also die Annahmen der alten Theorie als zulässig betrach-

ten. In der Tat gelangt die spezielle Relativitätstheorie zu ihren Gleichungen, indem sie sie so einrichtet, daß sie für geringe Geschwindigkeiten in die Gleichungen der gewöhnlichen Physik übergehen. In der allgemeinen Theorie ist nun die Relativität der Längen und Zeiten eine noch viel weitergehende; eine Stablänge wird in ihr z. B. auch vom Ort und von der Orientierung abhängen können. Um nun überhaupt einen Ausgangspunkt, ein *ἀός μοι πῶς* zu gewinnen, werden wir nun natürlich die Kontinuität mit der bisher bewährten Physik aufrecht erhalten und demgemäß annehmen, daß jene Relativität für ganz minimale Änderungen verschwindet. Wir werden also die Länge eines Stabes so lange als konstant betrachten, als sein Ort, seine Orientierung und seine Geschwindigkeit nur um ein geringes sich ändert — m. a. W., wir setzen fest, daß in unendlich kleinen Bereichen und in einem solchen Bezugssystem, in welchem die betrachteten Körper keine Beschleunigung besitzen, die spezielle Relativitätstheorie gilt. Da die spezielle Theorie sich der Euklidischen Maßbestimmungen bedient, so liegt darin die Annahme eingeschlossen, daß in bezug auf die gekennzeichneten Systeme die Euklidische Geometrie im unendlich Kleinen gültig bleiben soll. (Ein solcher „unendlich kleiner“ Bereich kann immer noch groß sein im Vergleich mit den Dimensionen, die sonst für die Physik in Betracht kommen.) Die Gleichungen der allgemeinen Relativitätstheorie müssen für den angegebenen Spezialfall in diejenigen der speziellen Theorie übergehen. Damit ist nun eine Idee zugrunde gelegt, welche Messung ermöglicht, und wir haben die Voraussetzungen überschaut, von denen man zur Lösung der im allgemeinen Relativitätspostulat gestellten Aufgabe gelangen kann.

VII. Aufstellung und Bedeutung des Grundgesetzes der neuen Theorie.

Gemäß den letzten Bemerkungen begeben wir uns ins unendlich Kleine und wählen dort ein dreidimensionales Euklidisches Koordinatensystem so, daß die zu betrachtenden Körper in bezug auf dieses keine merklichen Beschleunigungen besitzen. Diese Wahl kommt dann der Einführung eines bestimmten vierdimensionalen Koordinatensystems für das betreffende Gebiet gleich. Wir fassen nun in diesem Gebiet irgend ein Punktereignis ins Auge, also einen Weltpunkt A des Raum-Zeit-Kontinuums, dessen Koordinaten in unserem lokalen System X_1, X_2, X_3, X_4 sein mögen, wo nun X_1, X_2, X_3 in der gewohnten Weise durch wiederholtes Anlegen eines kleinen Einheitsmaßstabes gemessen werden, und der Wert von X_4 durch Uhrenablesung bestimmt wird. Ein zeiträumlich unendlich benachbartes Punktereignis möge durch den Weltpunkt B repräsentiert werden, dessen Koordinaten sich von denen des Punktes A um die Werte dX_1, dX_2, dX_3, dX_4 unterscheiden. Der „Abstand“ der beiden Welt-

punkte ist dann gegeben durch die bekannte einfache Formel

$$ds^2 = dX_1^2 + dX_2^2 + dX_3^2 - dX_4^2.$$

Dieser „Abstand“, das Linienelement der die beiden Punkte A und B verbindenden Weltlinie, ist natürlich im allgemeinen keine Raumstrecke, sondern hat, da es eine Verbindung von Raum- und Zeitgrößen ist, die physikalische Bedeutung eines Bewegungsvorganges, wie wir uns das ja bei der Einführung des Weltlinienbegriffs klargemacht haben. Der Zahlenwert von ds ist immer derselbe, welche Orientierung auch das gewählte lokale Koordinatensystem haben möge.

(Die spezielle Relativitätstheorie gibt über die Bedeutung von ds näheren Aufschluß. Ist z. B. ds^2 negativ, so kann man, lehrt sie, es durch geeignete Wahl der Koordinatenrichtungen erreichen, daß $ds^2 = -dX_4^2$ wird, während die drei andern dX verschwinden. Dann besteht also zwischen den beiden Weltpunkten kein Unterschied ihrer Raumkoordinaten, die ihnen entsprechenden Ereignisse finden mithin in jenem System an demselben Orte, aber mit der Zeitdifferenz dX_4 statt. Man nennt daher ds in diesem Falle „zeitartig“. Dagegen nennt man es „raumartig“, wenn ds^2 positiv ist; denn in diesem Falle lassen sich die Koordinatenrichtungen so wählen, daß dX_4 verschwindet, die beiden Punkt ereignisse finden dann also für dies System zur gleichen Zeit statt, und ds gibt ihre räumliche Entfernung an. $ds = 0$ endlich bedeutet eine Bewegung mit Lichtgeschwindigkeit, wie man leicht sieht, wenn man für dX_4 seinen Wert $c \cdot dt$ einsetzt.)

Jetzt führen wir irgendwelche neuen Koordinaten x_1, x_2, x_3, x_4 ein, die ganz beliebige Funktionen der X_1, X_2, X_3, X_4 sein mögen; d. h. wir gehen von unserm lokalen System nunmehr zu einem beliebigen andern über. Dem „Abstand“ der Punkte A und B entsprechen in diesem neuen Systeme gewisse Koordinatendifferenzen dx_1, dx_2, dx_3, dx_4 , und die alten Koordinatendifferenzen dX lassen sich durch die neuen dx mit Hilfe elementarer Formeln der Differentialrechnung ausdrücken¹⁾. Setzt man die so erhaltenen Ausdrücke der dX in die obige Formel für das Linienelement ein, so erhält man den Wert derselben in den neuen Koordinaten ausgedrückt in der Gestalt:

$$ds^2 = g_{11} dx_1^2 + g_{22} dx_2^2 + g_{33} dx_3^2 + g_{44} dx_4^2 + 2g_{12} dx_1 dx_2 + 2g_{13} dx_1 dx_3 + \dots$$

also eine Summe von 10 Gliedern, in der die 10 Größen g gewisse Funktionen der Koordinaten x

¹⁾ Es ist nämlich

$$dX_1 = \frac{\partial X_1}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial X_1}{\partial x_2} dx_2 + \frac{\partial X_1}{\partial x_3} dx_3 + \frac{\partial X_1}{\partial x_4} dx_4,$$

$$dX_2 = \frac{\partial X_2}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial X_2}{\partial x_2} dx_2 + \frac{\partial X_2}{\partial x_3} dx_3 + \frac{\partial X_2}{\partial x_4} dx_4$$

sind¹⁾. Sie hängen nicht von der besonderen Wahl des lokalen Systems ab, denn der Wert von ds^2 war ja von selber davon unabhängig.

Als *Riemann* und *Helmholtz* die dreidimensionalen nicht-Euklidischen Mannigfaltigkeiten untersuchten, sprachen sie von den im obigen Ausdruck für das Linienelement auftretenden Faktoren g als rein geometrischen Größen, durch welche die Maßeigenschaften des Raumes bestimmt würden. Sie wußten aber wohl, daß man von Messen und vom Raume ohne physikalische Voraussetzungen nicht gut reden kann. *Helmholtz'* Worte haben wir oben bereits zitiert; hier sei nur noch auf die Ausführungen von *Riemann* am Schlusse seiner Habilitationsschrift hingewiesen (Werke S. 268). Er sagt dort, bei einer stetigen Mannigfaltigkeit sei das Prinzip der Maßverhältnisse nicht schon in dem Begriff dieser Mannigfaltigkeit enthalten, sondern es müsse, „anders woher hinzukommen“, es sei in „bindenden Kräften“ zu suchen, d. h. der Grund der Maßverhältnisse muß physikalischer Natur sein. Wir wissen ja: Betrachtungen der metrischen Geometrie werden erst sinnvoll, wenn man die Beziehungen zur Physik nicht aus den Augen verliert. Jene g gestatten also nicht nur, sondern fordern direkt eine physikalische Interpretation. In *Einsteins* allgemeiner Relativitätstheorie erhalten sie eine solche ohne weiteres.

Um nämlich die Bedeutung der g zu erkennen, brauchen wir uns nur den physikalischen Sinn der soeben besprochenen Transformation von dem lokalen System auf das allgemeine zu vergegenwärtigen. Das erstere war dadurch definiert, daß ein sich selbst überlassener materieller Punkt sich im Raume der X_1, X_2, X_3 geradlinig-gleichförmig bewegen sollte; seine Weltlinie — d. h. das Gesetz seiner Bewegung — ist also eine vierdimensionale Gerade²⁾, deren Linienelement gegeben ist durch

$$ds^2 = dX_1^2 + dX_2^2 + dX_3^2 - dX_4^2.$$

Transformieren wir nun auf die neuen Koordinaten x_1, x_2, x_3, x_4 , so heißt dies: wir betrachten denselben Vorgang, dieselbe Bewegung des Punktes von irgend einem anderen System aus, in bezug auf welches das lokale sich natürlich in irgend einem Beschleunigungszustand befindet. In dem Raume der x_1, x_2, x_3 bewegt sich daher der Punkt krummlinig und ungleichförmig; die Gleichung seiner Weltlinie, d. h. sein Bewegungs-

gesetz, ändert sich insofern, als ihr Linienelement, in den neuen Koordinaten ausgedrückt, nunmehr gegeben ist durch

$$ds^2 = g_{11} dx_1^2 + \dots + g_{12} dx_1 dx_2 + \dots$$

Nun entsinnen wir uns des „Äquivalenzprinzips“ (S. 179). Nach ihm ist die Aussage „ein sich selbst überlassener Punkt bewegt sich mit gewissen Beschleunigungen“ identisch mit der Aussage „der Punkt bewegt sich unter dem Einfluß eines Gravitationsfeldes“. In den neuen Koordinaten stellt also die Gleichung der Weltlinie die Bewegung eines Punktes im Gravitationsfelde dar; die Faktoren g sind mithin die Größen, durch welche dieses Feld bestimmt ist. Sie spielen, wie man sieht, eine analoge Rolle wie das Gravitationspotential in der Newtonschen Theorie, und man kann sie daher auch als die 10 Komponenten des Gravitationspotentials bezeichnen.

Die Weltlinie des Punktes, die für das lokale System eine Gerade war, also die kürzeste Verbindungslinie zwischen zwei Weltpunkten, stellt in dem neuen System der $x_1 \dots x_4$ gleichfalls eine kürzeste Linie dar, denn die Definition der geodätischen Linie ist unabhängig vom Koordinatensystem. Streng genommen dürfen wir die Weltlinie im lokalen System nur für einen unendlich kleinen Bereich betrachten. Aber nun stützen wir uns wieder auf das Kontinuitätsprinzip und sehen die auf dem beschriebenen Wege gewonnene Bewegungsgleichung als allgemeingültig an. Damit ist dann das gesuchte Grundgesetz gefunden. Während das Trägheitsgesetz von *Galilei* und *Newton* lautete: „Ein kräftefreier Punkt bewegt sich geradlinig-gleichförmig“, lautet das Einsteinsche Gesetz, welches Trägheits- und Gravitationswirkungen in sich begreift: „Die Weltlinie eines materiellen Punktes ist eine geodätische Linie im Raum-Zeit-Kontinuum“. Dieses Gesetz erfüllt die Bedingung der allgemeinen Relativität, denn es ist beliebigen Transformationen gegenüber kovariant, weil die geodätische Linie unabhängig vom Bezugssystem definiert ist.

Noch einmal sei hervorgehoben, daß die Koordinaten $x_1 \dots x_4$ Zahlenwerte sind, welche Ort und Zeit bestimmen, nicht aber die Bedeutung von auf gewöhnlichem Wege meßbaren Strecken und Zeiten haben. Das „Linienelement“ ds dagegen hat unmittelbar physikalischen Sinn und läßt sich direkt durch Maßstäbe und Uhren ermitteln. Es ist ja definitionsgemäß vom Koordinatensystem unabhängig; wir brauchen uns also nur in das lokale System der $X_1 \dots X_4$ zu begeben, und der darin für ds ermittelte Wert gilt dann allgemein.

Damit sind diejenigen Schritte vollzogen, die von allgemeiner erkenntnistheoretischer Bedeutung und für die Auffassung von Raum und Zeit in der neuen Lehre grundlegend sind, und die uns hier interessieren. Für *Einstein* waren sie nur die Vorbereitung zu der physikalischen Aufgabe,

¹⁾ Es bedeutet nämlich, wie man durch Ausführung der beschriebenen Operationen leicht findet,

$$g_{11} = \left(\frac{\partial X_1}{\partial x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial X_2}{\partial x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial X_3}{\partial x_1}\right)^2 - \left(\frac{\partial X_4}{\partial x_1}\right)^2$$

$$g_{12} = \frac{\partial X_1}{\partial x_1} \frac{\partial X_1}{\partial x_2} + \frac{\partial X_2}{\partial x_1} \frac{\partial X_2}{\partial x_2} + \frac{\partial X_3}{\partial x_1} \frac{\partial X_3}{\partial x_2} - \frac{\partial X_4}{\partial x_1} \frac{\partial X_4}{\partial x_2}$$

usw.

²⁾ Ihre Gleichung, als Gleichung der kürzesten (geodätischen) Linie, lautet:

$$\delta \left(\int ds \right) = 0.$$

die Größen g nun wirklich zu ermitteln, d. h. ihre Abhängigkeit von der Verteilung und Bewegung der gravitierenden Massen aufzufinden. Gemäß dem Kontinuitätsprinzip schließt sich *Einstein* dabei wieder an die Ergebnisse der speziellen Relativitätstheorie an. Diese hatte gelehrt, daß nicht nur der Materie im üblichen Sinne, sondern jeder Energie schwere Masse zugeschrieben werden muß, daß die träge Masse überhaupt mit Energie identisch ist. Also nicht die „Massen“, sondern die (Energien¹⁾ mußten in den Differentialgleichungen für die g figurieren. Die Gleichungen müssen natürlich beliebigen Substitutionen gegenüber kovariant sein. Außer diesen Ansätzen, die vom Standpunkt der Theorie sich eigentlich von selbst verstehen, macht *Einstein* bloß noch die Annahme, daß die Differentialgleichungen von zweiter Ordnung seien; hierbei diene als Fingerzeig der Umstand, daß das alte Newtonsche Potential einer ebensolchen Differentialgleichung genügt. Auf diesem Wege wird man zu ganz bestimmten Gleichungen für die g geführt, und mit ihrer Aufstellung ist das Problem gelöst. Man sieht also: von jener letzterwähnten rein formalen Analogie abgesehen, erhebt die gesamte Theorie sich auf Grundlagen, die mit der alten Newtonschen Gravitationslehre nicht das geringste zu tun haben; sie wird vielmehr ganz allein aus dem Postulat der allgemeinen Relativität und den bekannten Ergebnissen der (durch das spezielle Relativitätsprinzip geformten) Physik entwickelt. Um so überraschender ist es, daß nun jene auf so ganz anderem Wege erhaltenen Gleichungen tatsächlich in erster Näherung die Newtonsche Formel für die allgemeine Massenanziehung ergeben. Dies allein ist schon eine so vortreffliche Bestätigung der Gedankengänge, daß sie das allerhöchste Vertrauen zu ihrer Richtigkeit erwecken muß. Aber bekanntlich geht die Leistung der neuen Theorie noch weiter: verfolgt man nämlich die Gleichungen bis zur zweiten Näherung, so geben sie ganz von selbst, ohne irgendwelche Hilfsannahmen, die restlose, quantitativ genaue Erklärung der Anomalie der Perihelbewegung des Merkur, einer Erscheinung, welcher die Newtonsche Theorie nur mit Hilfe ad hoc eingeführter Hypothesen ziemlich willkürlicher Natur gerecht werden konnte. Das sind erstaunliche Erfolge, deren Tragweite nicht leicht überschätzt werden kann, und jeder wird gerne zugeben, daß *Einstein* vollständig recht hat, wenn er (am Schluß des § 14 seiner Schrift „Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie“) sagt: „Daß diese aus der Forderung der allgemeinen Relativität auf rein mathematischem Wege fließenden Gleichungen... in erster Näherung das Newtonsche Attraktionsgesetz, in zweiter Näherung die Erklärung der von *Leverrier* entdeckten... Perihelbewegung des Merkur liefern, muß nach

¹⁾ Sie werden in der speziellen Relativitätstheorie durch die Komponenten eines vierdimensionalen „Tensors“, des Impuls-Energie-Tensors, dargestellt.

meiner Ansicht von der physikalischen Richtigkeit der Theorie überzeugen.“

Das neue Grundgesetz hat vor der Newtonschen Attraktionsformel ferner den Vorzug, daß es ein Differentialgesetz ist, d. h. nach ihm hängen die Vorgänge in einem Raum- und Zeitpunkt unmittelbar nur ab von den Vorgängen der unendlich benachbarten Punkte, während in der Newtonschen Formel die Gravitation ja als eine Fernkraft auftritt. Es bedeutet entschieden eine beträchtliche Vereinfachung des Weltbildes und folglich einen erkenntnistheoretischen Fortschritt, wenn nunmehr mit der Gravitation die letzte Fernwirkung aus der Physik verbannt und alle Gesetze des Geschehens allein durch Differentialgleichungen ausgedrückt werden.

Natürlich müssen auch alle andern Naturgesetze eine Formulierung erhalten, die gegenüber beliebigen Transformationen invariant ist. Der Weg dazu ist durch die spezielle Relativitätstheorie und das Kontinuitätsprinzip vorgezeichnet und auch von *Einstein* und andern bereits beschritten worden. Vor allem kommt hier die Elektrodynamik in Betracht, von der zu hoffen ist, daß sie im Verein mit der Gravitationstheorie zum Aufbau eines lückenlosen Systems der Physik hinreichend sein wird. Auch für die Hydrodynamik hat *Einstein* bereits die Aufgabe gelöst, ihre Gesetze in einer Form darzustellen, in welcher sie dem allgemeinen Relativitätspostulat genügen.

Außer der vorhin erwähnten astronomischen Bestätigung gibt es noch andere Möglichkeiten einer Prüfung der Theorie durch die Beobachtung, denn es muß nach ihr in sehr starken Gravitationsfeldern eine immerhin wohl merkliche Verlängerung der Schwingungsdauer des Lichtes und eine Krümmung der Lichtstrahlen stattfinden (letztere sind die geodätischen Linien $ds=0$). Die Astronomen hegen begründete Hoffnung, daß beides sich bei höchster Verfeinerung der Beobachtungsmethoden wird feststellen lassen. Die schon vorliegenden und die Möglichkeit neuer Bestätigungen zeigen, wie fest die ganze scheinbar so abstrakte Theorie in der Erfahrung und den Tatsachen verankert ist. Darin liegt ein wertvoller Beweis der Richtigkeit ihres physikalischen Gehaltes und der Wahrheit ihrer erkenntnistheoretischen Grundlagen.

Die Behauptung der allgemeinen Relativität aller Bewegungen und Beschleunigungen ist gleichbedeutend mit der Behauptung der physikalischen Gegenstandslosigkeit von Raum und Zeit. Mit dem einen wird auch das andere verbürgt. Raum und Zeit¹⁾ sind nichts für sich Meßbares, sie bilden nur ein Ordnungsschema, in welches wir die physikalischen Vorgänge ein-

¹⁾ Es braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden, daß hier von Raum und Zeit allein in dem objektiven Sinne die Rede ist, in dem diese Begriffe in der Naturwissenschaft auftreten: das subjective psychologische Erlebnis räumlicher und zeitlicher Ausdehnung ist etwas gänzlich davon Verschiedenes.

ordnen. Wir können es im Prinzip beliebig wählen, richten es aber so ein, daß es sich den Vorgängen möglichst anschmiegt (so daß z. B. die „geodätischen Linien“ des Ordnungssystems eine physikalisch besonders ausgezeichnete Rolle spielen), dann erhalten wir für die Naturgesetze die einfachste Formulierung. Eine Ordnung ist nichts Selbständiges, sie hat Realität nur an den geordneten Dingen. Hatte *Minkowski* als Ergebnis der speziellen Relativitätstheorie in prägnanter, wenn auch vielleicht nicht einwandfreier Formulierung den Satz aufgestellt, Raum und Zeit für sich sanken völlig zu Schatten herab, und nur noch eine unauflösliche Union der beiden bewahre Selbständigkeit, so dürfen wir auf Grund der allgemeinen Relativitätstheorie nunmehr sagen, daß auch diese Union für sich noch zum Schatten, zur Abstraktion geworden ist, und daß nur noch die Einheit von Raum, Zeit und Dingen zusammen eine selbständige Wirklichkeit besitzt.

Über proteinogene Amine.

Von Privatdozent Dr. J. Abelin, Bern.

Man berührt ein ebenso chemisches wie allgemein biologisches Problem, wenn man das Schicksal der Eiweißkörper im tierischen und pflanzlichen Organismus zu verfolgen sucht. Die Fragen der Eiweißzerlegung im lebenden Körper sind nicht neu. Man hat sie schon sehr ausgiebig bearbeitet und man dachte mehrmals, der Lösung dieses Rätsels näher gekommen zu sein. Doch zeigten neue Untersuchungen immer wieder und wieder, daß die früheren Anschauungen erweitert oder sogar abgeändert werden müssen, um den neu gefundenen Tatsachen gerecht zu werden.

Man hat früher angenommen, das Eiweiß werde im Organismus nur bis zu den nächsten Eiweißabbauprodukten, den Albumosen und Peptonen, gespalten. Diese Annahme ist jetzt verlassen. An ihre Stelle trat die nun herrschende Lehre, die man mit folgenden Worten charakterisieren kann: der Abbau der Eiweißkörper geht größtenteils bis zu den Aminosäuren, aus den Aminosäuren entsteht dann wieder Eiweiß.

Der Weg dazu ist: die Spaltung unter Wasseraufnahme (Hydrolyse), die Verkettung unter Wasseraustritt.

Nun ist aber sicher, daß die Rolle der Aminosäuren mit der polypeptidartigen Verknüpfung zu immer höher gebauten Verbindungen lange nicht erschöpft ist. Die Aminosäuren können sich nach neuen Forschungen nicht nur mit dem OH der COOH-Gruppe oder mit dem H der NH₂-Gruppe an zahlreichen Reaktionen beteiligen.

Die Aminosäuren stehen in nächster Beziehung nicht nur zum Eiweiß, sondern auch zu Stoffwechselprodukten anderer Art.

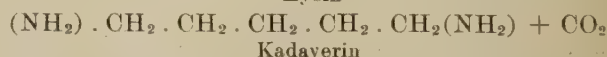
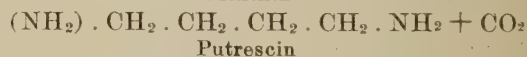
Man hat gefunden, daß außer den Eiweißkörpern aus den Aminosäuren sowohl im Tier- als

auch im Pflanzenreiche zahlreiche andere Produkte entstehen können. Man würde sicher nicht übertreiben, wenn man behaupten würde, daß diese *nichteiweißartigen* Produkte der Aminosäuren jetzt im Vordergrund des Interesses stehen. Zu den Aminosäurenabkömmlingen von Nichteiweißnatur gehört auch die *Gruppe der proteinogenen Amine*. Verfolgt man die Geschichte dieser Verbindungen, so findet man hier, wie so oft in ähnlichen Fällen, drei charakteristische Etappen: die Körper waren längst bekannt, aber nicht richtig beurteilt; dann kam die Aufklärung der Natur dieser Substanzen, die Befunde wurden aber wenig beachtet, und schließlich folgte eine neuere Epoche, in der die älteren Arbeiten zu Ehren kamen und in der die ganze Körperklasse systematisch untersucht wird.

In der älteren Literatur sind zahlreiche Fälle beschrieben, wo Gerichtschemiker und Gerichtsärzte in Leichenteilen giftige Substanzen fanden, trotzdem daß eine eigentliche Vergiftung mit einem pflanzlichen Alkaloid, wie Morphium, Atropin usw., mit Sicherheit nicht vorlag. Da die gefundenen Verbindungen basischer Natur und zugleich sehr stark wirksam waren, so nannte man sie *tierische Alkaloide*, um so mehr, als sie auch einige Alkaloidreaktionen zeigten.

Es ist dann *Brieger*¹⁾ in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts nachzuweisen gelungen, daß es sich dabei nicht um Alkaloide, sondern um Diamine handelt. Die bekanntesten sind das Kadaverin und das Putrescin. Der Entdeckung dieser Diamine folgte die Auffindung noch einiger anderer, dennoch hatte man keine Übersicht über die Entstehungsweise dieser Körper und die Frage der Diaminbildung hat eine Zeitlang kein Interesse gefunden.

Ein Aufleben des ganzen Problems ersehen wir seit den Arbeiten von *A. Ellinger*²⁾, der zeigen konnte, daß die Muttersubstanzen dieser überaus giftigen Produkte — *Aminosäuren* sind. Aus der Diaminosäure Ornithin erhielt er mit Hilfe von Fäulnisbakterien das Putrescin, aus Lysin — das Kadaverin



Kutscher und *Ackermann*³⁾ haben dann die Untersuchungen über die Aminbildung wieder aufgenommen und aus einer ganzen Reihe von Aminosäuren der aliphatischen und aromatischen Reihe

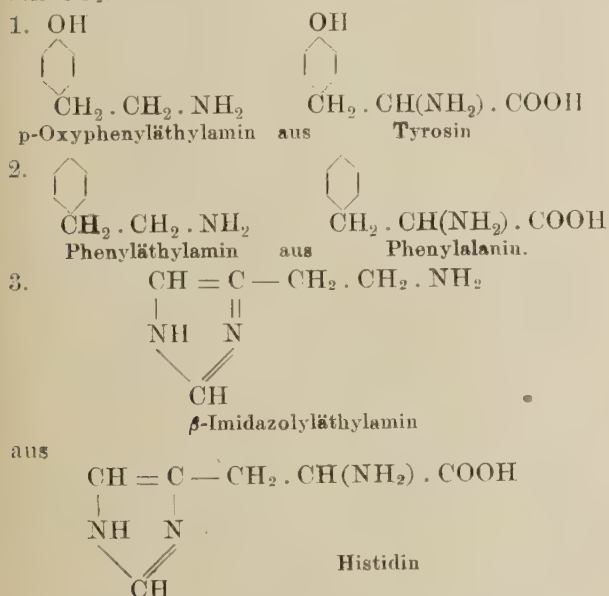
¹⁾ *L. Brieger*, Die Ptomaine, Berlin, 1885—1886.

²⁾ *A. Ellinger*, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 29, S. 334.

³⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 54, 56, 60, 65, 69.

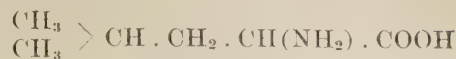
durch Fäulnisbakterien die betreffenden Amine isoliert. Es ist jetzt eine große Anzahl solcher Amine bekannt, die mit dem Namen *proteinogene Amine* bezeichnet werden. *Ackermann* und *Kutscher* belegen diese Körperklasse mit dem Namen *Aporrhagmen* und verstehen darunter „alle diejenigen Bruchstücke von Aminosäuren des Eiweißes, welche aus diesen auf physiologischem Wege, und zwar im Leben der Tiere sowohl wie der Pflanzen entstehen können“¹⁾.

Die proteinogenen Amine haben sehr an Interesse gewonnen, nachdem es nun nachzuweisen gelungen ist, daß ihre Bildung nicht nur auf den Fäulnisvorgang beschränkt ist. Solange man diese nur bei der Fäulnis fand, konnte man behaupten, es handle sich um Produkte, die physiologisch nicht so wichtig sind, da sie nur unter abnormen Bedingungen der Zersetzung des toten Körpers entstehen. Dieser Einwand ist nicht mehr berechtigt, nachdem man die typischen proteinogenen Amine auch im Pflanzenreich gefunden hat, und zwar zuerst im *Secale cornutum* (Mutterkorn). Das *Secale* gehört zu den wertvollsten Arzneien und lange Zeit nahm man an, seine Wirkung beruhe auf der Anwesenheit von Alkaloiden. Um so interessanter erscheint der sicher feststehende Nachweis, daß an der Wirksamkeit des *Secale* zahlreiche *proteinogene Amine* beteiligt sind. *Barger* und *Dale*²⁾ haben aus dem *Secale* das *p*-Oxyphenyläthylamin, Phenyläthylamin, β -Imidazoläthylamin und Isoamylamin isoliert. Alle diese Produkte erweisen sich ebenso wie das Kadaverin und Putrescin als giftig. Sie besitzen auch die volle Wirkung des *Secale*. Wie entstehen diese Körper? Aus den entsprechenden Aminosäuren durch Abspaltung von CO_2 .


¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 69, S. 265.

²⁾ *Barger* und *Dale*, Archiv f. exp. Pathologie und Pharmakologie, Bd. 61, S. 113. Hier ist auch die weitere Literatur angegeben.


aus



Leucin.

Diese Substanzen können auch synthetisch gewonnen werden. Man hat jetzt neben dem natürlichen auch ein künstliches *Secale*.

Wir finden also, daß die bloße Entkarboxylierung die vollkommen wirkungslosen und ungiftigen Aminosäuren in die toxischen proteinogenen Amine überführt. Diese Tatsache stellt sicher ein lehrreiches Beispiel dafür dar, wie die Wirkung einer Substanz von ihrer chemischen Beschaffenheit abhängt. Die Einführung einer saueren Gruppe (COOH) in das Amin macht es unwirksam — ein Befund, der auch beim Anilin, Phenetidin, Salvarsan (allgemein-Amine) zum Ausdruck kommt.

Die Arbeiten von *Barger* und *Dale* haben unsere Kenntnisse über die Natur dieser Aminosäureabkömmlinge sehr erweitert. Die proteinogenen Amine haben ferner an Bedeutung gewonnen, nachdem es gelungen ist, diese auch im Tierkörper nachzuweisen. Es ist seit langem bekannt, daß Raubfische (Cephalopoden) beim Fang ihrer Beute ein äußerst wirksames Gift benutzen. Dieses Gift lähmt das Opfer sofort. Der unbewegliche Krebs muß dann seinem Schicksal unterliegen.

Vor einigen Jahren hat *Henze*¹⁾ nachgewiesen, daß das abgesonderte Gift kein Eiweißkörper, wie man früher annahm, sondern ein einfach gebauter Körper, ein proteinogenes Amin ist, das wir bereits erwähnt haben — nämlich das *p*-Oxyphenyläthylamin, Tyramin (Formel 1), das sich auch im *Secale* vorfindet und dessen Wirksamkeit bedingt.

Hier ist also die Entstehung des proteinogenen Amine keinesfalls auf eine bakterielle Zersetzung zurückzuführen. Das Gift wird vielmehr von einem Organ eines lebenden Tieres produziert und aus dieser Drüse (sogen. hintere Speicheldrüse) hat dann *Henze* das *p*-Oxyphenyläthylamin isoliert.

Hier ist meines Wissens zum ersten Male nachgewiesen, daß ein proteinogenes Amin auch als Stoffwechselprodukt eines tierischen Organismus auftreten kann.

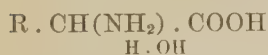
Für die Entstehungsweise der proteinogenen Amine ist also die Abspaltung von CO_2 aus dem Molekül der Aminosäure typisch. Solche Dekarboxylierungen waren bis zuletzt nur vereinzelt bekannt. In der organischen Chemie gehört die Abspaltung von CO_2 zu den nicht leicht durchführbaren Reaktionen. Sie gelingt bei manchen Verbindungen erst bei ziemlich hohen Temperaturen und unter gleichzeitigem ziemlich tiefen

¹⁾ *M. Henze*, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 87, S. 51.

Eingriff in die Struktur des Moleküls. Auf biologischem resp. fermentativem Gebiet waren nur die Fäulnisentkarboxylierungen relativ gut untersucht. Die Dekarboxylierung nahm daher unter allen biologischen Prozessen eine gewisse Sonderstellung ein, die aber jetzt nicht mehr berechtigt ist. Vor einigen Jahren haben *Neubauer*¹⁾ und *Neuberg*²⁾ in der Hefe ein Ferment gefunden, das befähigt ist, aus zahlreichen Karbonsäuren CO₂ abzuspalten. Dieses Ferment erhielt den Namen „Karbonylase“. Am leichtesten wird durch die Karboxylase die CO₂ aus α -Ketokarbonsäuren, speziell aus der Brenztraubensäure abgespalten. Auch *Oxysäuren*, z. B. Glycerinsäure, Äpfelsäure, u. a. mehr, werden, wie *Lebedew*³⁾ fand, unter Freiwerden von CO₂ durch die Karboxylase zerlegt.

Nicht nur in der Hefe, sondern auch in der Kartoffelknolle und in der Zuckerrübenwurzel ist Karboxylase enthalten. Diese Pflanzenteile enthalten nach *Stoklasa* Zymase. *Bodmar*⁴⁾ fand neben der Zymase auch Karboxylase. Wird Preßsaft von Kartoffeln oder Zuckerrübenwurzel mit Brenztraubensäure versetzt, so tritt nach einiger Zeit deutliche CO₂-Entwicklung auf. Die Karboxylase ist auch in höheren Pflanzen, z. B. Erbsen, *Lupinus*, nachgewiesen worden⁵⁾. Tierische Gewebe enthalten ebenfalls Karboxylase.

Der Vorgang der Dekarboxylierung ist besonders gut bei der Hefe untersucht. Es ist ja allgemein bekannt, daß die lebende Hefe nicht nur Zucker, sondern auch Aminosäuren zerlegt⁶⁾.



Die Aminosäure wird unter Abspaltung von CO₂ und NH₃ und Aufnahme von 1 Mol. H₂O in einen um C-Atom ärmeren primären Alkohol übergeführt. Von diesen Spaltungsprodukten wird nur der Ammoniak von der Hefe für die Eiweißsynthese weiter verarbeitet, die CO₂ und der entstandene primäre Alkohol bleiben zurück. Auch bei der sogen. „Aminosäuregärung“ findet höchstwahrscheinlich zuerst die Dekarboxylierung und dann die Ammoniakabspaltung statt. Dafür spricht folgendes:

Nehmen wir als Beispiel das Tyrosin

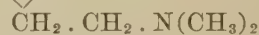


Aus diesem sollte durch Dekarboxylierung zuerst das p-Oxyphenyläthylamin



entstehen. Es wäre dann zu erwarten, daß die Hefe auch dieses primäre Amin angreifen kann. Das ist auch tatsächlich der Fall. *Es steht nun fest, daß ebenso wie Ammoniumsalze und Aminosäuren auch Amine für die Hefe als N-Quelle dienen können.* Die Hefe vermag nicht nur das Tyrosin, sondern auch das proteinogene Amin, das p-Oxyphenyläthylamin, in den entsprechenden Alkohol, *Tyrosol* überzuführen¹⁾.

Ja, sogar noch weiter: nicht nur aus primären, sondern auch aus sekundären Aminen wird durch die Hefe der N eliminiert. In der keimenden Gerste ist ebenfalls ein proteinogenes Amin, das *Hordenin*, enthalten.



Hordenin

Wird das Hordenin der Hefe als N-Quelle vorgelegt, so spaltet sie daraus Dimethylamin ab und bildet dann *Tyrosol*²⁾. Das Dimethylamin läßt sich dabei ebensowenig wie das Ammoniak bei der Aminosäurezerlegung nachweisen. Sein Stickstoff dient der Eiweißbildung.

So haben wir drei Wege, die sämtlich zum gleichen Produkt führen. Legen wir der Hefe p-Oxyphenyläthylamin oder das entsprechende dimethylierte Produkt, das Hordenin, vor, so werden sie unmittelbar von der Hefe angegriffen.

Legen wir der Hefe die N-Verbindung in Form einer Aminosäure vor, so macht sie zuerst höchst wahrscheinlich die CO₂ frei, es entsteht das Amin, und erst der Stickstoff dieses wird in Form von NH₃ für die Eiweißsynthese verwertet.

Ebenso wie wir die aufgenommene Nahrung nicht ohne weiteres verwerten können, sondern zuerst sie zerlegen, abbauen, um dann erst dem Kreislauf zu übergeben, ebenso verfährt auch das einzellige Lebewesen —, es muß zuerst das Substrat umformen, ihm eine passende chemische Beschaffenheit erteilen, um es für seine Zwecke nützlich zu machen.

In ganz analoger Weise wird durch die Hefe aus Tryptophan — Tryptophol, aus Penylalanin — Phenyläthylalkohol gebildet usw.

Außer der Hefe vermögen aber auch andere Pilze aus Aminosäuren CO₂ abzuspalten. Bei der Käsereifung sind auch Mikroorganismen beteiligt und auch hier treten proteinogene Amine auf³⁾.

¹⁾ *F. Ehrlich*, Ber. 45, S. 1006.

²⁾ *F. Ehrlich*, Biochem. Zeitschr., Bd. 75, S. 417.

³⁾ Über das Vorkommen von p-Oxyphenyläthylamin im normalen Käse und seine Bildung durch Milchsäurebakterien. *F. Ehrlich* und *F. Lange*, Biochem. Zeitschr., Bd. 63, 156. *Winterstein* und *Küng*,

¹⁾ *Neubauer*, Zeitschr. f. physiol. Chemie, 70, S. 326, 1911.

²⁾ *Neuberg*, vgl. die zahlreichen Arbeiten in der Biochem. Zeitschr. der Jahrgänge 1911—1916.

³⁾ *Lebedew*, Ber. d. d. chem. Ges. 47, 660, 1914; Journ. de la société Physico-chim. Russe, Bd. 48, S. 725.

⁴⁾ *Bodmar*, Biochem. Zeitschr., Bd. 73, S. 193.

⁵⁾ *Zaleski* und *Marx*, Biochem. Zeitschr., Bd. 47, S. 185; Bd. 48, S. 175.

⁶⁾ *F. Ehrlich*, Biochem. Zeitschr. 1, S. 8, Ber. d. d. chem. Ges. 39, 40, 44.

Es handelt sich dabei aber nicht um faulen, sondern um ganz normalen Käse.

Die CO_2 -Abspaltung aus den Aminosäuren ist vermutlich ein fermentativer Vorgang, wir sind aber bei der Durchführung dieses Prozesses sowohl bei der Hefe als auch bei den Mikroorganismen der Fäulnis oder bei den Käsepilzen immer noch auf die *lebenden Zellen* angewiesen.

Diese Zerlegung findet auch nur unter passenden Bedingungen statt, z. B. bei Gegenwart von Zucker oder einer andern leicht verwertbaren Kohlenstoffquelle. In den ausgezeichneten Methoden, die *F. Ehrlich* für die Darstellung von primären Alkoholen durch Vergärung von Aminosäuren ausgearbeitet hat, kommt überall auch Rohrucker zur Anwendung¹⁾. Bei der Durchsicht der Arbeiten von *D. Ackermann* fiel mir auch eine Stelle auf²⁾, in der er angibt, daß die Fäulnisbakterien die einzelnen Aminosäuren nur bei Gegenwart von Zucker und Pepton angreifen. *D. Ackermann* beschreibt mißlungene Versuche, in denen bei Fehlen von Zucker die Aminosäure vom Mikroorganismus nicht abgebaut wurde. Der Zucker dient in diesen Fällen als C- und Energiequelle. Sehr beachtenswert erscheint die Tatsache, daß die *stickstofffreien Säuren*³⁾ (α -Ketonsäuren, wie Brenztraubensäure, Oxy-säuren, wie Glyzerinsäure, Äpfelsäure usw.) nicht nur von lebenden Hefen, sondern auch von den aus der Zelle getrennten Enzymen unter Freiwerden von Kohlensäure zerlegt werden. Worauf dieses verschiedene Verhalten der N-haltigen und N-freien Karbonsäuren den Mikroorganismen gegenüber zurückzuführen ist, läßt sich noch nicht entscheiden.

Es ergibt sich damit, daß die Dekarboxylierung nicht nur auf die Fäulnis beschränkt ist. Im Gegenteil, wir finden diesen Vorgang beim Tier, bei der Pflanze, bei den Mikroorganismen sehr weit verbreitet, und es unterliegt keinem Zweifel, daß wir es hier mit einer biologisch höchst wichtigen Reaktion zu tun haben.

Die Aminosäure ist nicht das letzte Glied im System der Eiweißspaltungsprodukte, sondern sie wird weiter zerlegt und überall sind Fermente vorhanden, die darauf eingestellt sind, diese Aminosäuren abzubauen. Die Aufgabe der Aminosäure besteht nicht nur darin, durch H_2O -Abspaltung Eiweiß zu bilden, sondern die Aminosäure dient auch als Ausgangspunkt für zahlreiche andere physiologische Produkte von Nicht-Eiweißnatur.

Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 59, 138; van Slyke und E. B. Hart, Chem. Zentrbl., 1913, II, S. 113.

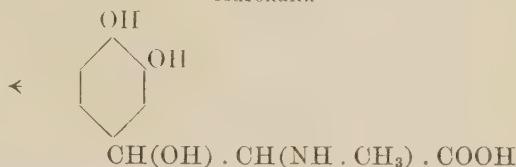
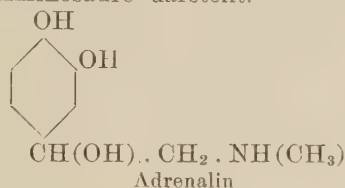
1) *F. Ehrlich*, Ber. d. d. chem. Ges., 45, 1006; Biochemische Arbeitsmethoden, herausgegeben von E. Abderhalden.

2) *D. Ackermann*, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 69, S. 273.

3) Auf die wichtigen Beziehungen zwischen den Aminosäuren und den α -Ketonsäuren und den α -Oxy-säuren, sowie auf das Verhalten der Aminosäuren bei der Leberdurchströmung (vgl. die Arbeiten von O. Neubauer, H. D. Dazin) kann ich hier nicht eingehen.

Um so mehr beachtenswert erscheint das Gebiet der proteinogenen Amine und die Frage der Dekarboxylierung von Aminosäuren, als sich in der letzten Zeit Tatsachen anhäufen, welche die Annahme nicht unwahrscheinlich machen, daß auch die lebenswichtigen Drüsen mit sogen. innerer Sekretion Amine produzieren.

Das *Adrenalin*, die wirksame Substanz des Nebennierensekrets, darf ja ohne weiteres dieser Körperklasse zugerechnet werden. Sein chemischer Aufbau zeigt, daß es ein methyliertes proteinogenes Amin einer bis jetzt noch unbekannten Aminosäure darstellt.



Zu den Drüsen mit innerer Sekretion ist auch der Gehirnanhang, die Hypophyse, zu zählen. Es ist in letzter Zeit *H. Fühner*¹⁾ gelungen nachzuweisen, daß auch die Hypophyse Stoffe von *Amincharakter* enthält. Diese basischen Produkte der Hypophyse besitzen die wertvolle Eigenschaft, die Gebärmutter zur verstärkten Kontraktion anzuregen. Sie wirken also den aus *Secale* durch *Barger* und *Dale* isolierten proteinogenen Aminen, p-Oxyphenyläthylamin, β -Imidoazolyäthylamin, sehr ähnlich. Diese Übereinstimmung in der Wirkung auf die glatte Muskulatur würde in gutem Einklang mit dem vermuteten Amincharakter der Hypophysensubstanzen stehen.

Gegen die von vielen Autoren als wahrscheinlich angesehene Annahme, daß auch die Produkte der inneren Sekretion den proteinogenen Aminen nahe stehen, würde man folgendes einwenden können: Ist es möglich, daß im Körper fortwährend Substanzen von so hoher Giftigkeit entstehen? Der Körper müßte von diesen proteinogenen Aminen überschwemmt sein. Die Selbstregulation des Organismus kommt aber auch hier in ausgezeichneter Weise zu Hilfe. Es ist durch Versuche verschiedener Autoren²⁾ festgestellt worden, daß die Leber die proteinogenen Amine abbaut. Werden solche Amine durch die überlebende Leber durchgelassen, so erhält man die entsprechenden Alkohole, aus Tyramin — Tyrosol, aus Phenylalanin — Phenyläthylalkohol usw. Die Leber verarbeitet die Amine in gleicher Weise wie

1) *H. Fühner*, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med., Bd. 1; Deutsche med. Woch. 1913; Berliner klin. Woch. 1914.

2) *Ewins* und *Laidlaw*, Journ. of Physiol., 41, 578; The Bioch. Journal 7, S. 18; *M. Guggenheim* und *W. Löffler*, Biochem. Zeitschr., Bd. 72, S. 325.

die Hefezelle. Dieser Befund ist sehr wichtig. Er zeigt uns, daß der Verlauf des Stoffabbaues im tierischen und pflanzlichen Körper in vielen Hinsichten übereinstimmt. Wir erkennen zugleich die große theoretische Bedeutung der Erforschung der Stoffwechselvorgänge der einzelligen Lebewesen, besonders der Hefe. Auf diesen Punkt haben die erfolgreichsten Forscher, wie *Pasteur*, *Hoppe-Seyler*, *Ellinger*, *Kutscher* u. a. mehrmals hingewiesen.

Bei der Perfusion durch die überlebende Leber kann die Oxydation der proteinogenen Amine auch bis zur Bildung von Karbonsäuren gehen. In der Tat findet man im Harn nach Verfütterung der proteinogenen Amine die entsprechenden N-freien Säuren¹).

Die Leber tritt also auch hier als ein treuer Wächter des ganzen Organismus auf. Sie schützt ihn vor Giften, indem sie diese entweder in sich aufspeichert, wie z. B. das As oder das Hg, oder, indem sie die giftigen Substanzen in ungiftige überführt.

Zu den viel untersuchten, aber in ihrer Funktion noch wenig erkannten Organen unseres Körpers gehört auch die Schilddrüse, von der ebenfalls angenommen wird, daß sie einen für die normale Entwicklung wichtigen Stoff dem Organismus abgibt. Die Natur dieses Stoffes ist seit Jahrzehnten Gegenstand sehr zahlreicher Untersuchungen gewesen. *Baumann* bezeichnete das von ihm dargestellte *Jodothyryn* als das sekretorische Produkt der Schilddrüse, *Oswald* dagegen — einen natürlichen Eiweißkörper, das *Thyreoglobulin*, das ebenso wie die Schilddrüse jodhaltig ist. Zu bemerken ist noch, daß *Jodothyryn* ein Kunstprodukt ist, *Thyreoglobulin* dagegen in der Schilddrüse vorkommt. Es ist sicher festgestellt, daß beide Stoffe, sowohl das *Jodothyryn* als auch das *Thyreoglobulin*, eine Reihe von für die Schilddrüse charakteristischen Reaktionen geben, sie zeigen auch Heilerfolge bei Schilddrüsenerkrankungen. Trotzdem stößt die Annahme, daß diese Körper das wirksame Sekret der Schilddrüse darstellen, auf sehr zahlreiche Widersprüche. Wie wären die Erfolge beim Verfüttern von Schilddrüse, von *Jodothyryn*, *Jodthyreoglobulin* zu erklären?

Die Eiweißkörper werden beim Passieren des Magendarmkanals zerlegt, und zwar, wie wir oben gesehen haben, sehr weitgehend, bis zu den Aminosäuren. Der Schilddrüseneiweißkörper kann als solcher nicht zur Resorption gelangen und es ist nicht einzusehen, warum man diesen Eiweißkörper als Träger der Schilddrüsenfunktion bezeichnen soll. Viele Autoren schreiben dem Jod der Schilddrüse besonders wichtige Eigenschaften zu, dennoch sind die Erfahrungen, die man mit jodreichen und jodarmen Schilddrüsenpräparaten gemacht hat, ziemlich widersprechend. Es ist

außerdem noch zu bemerken, daß man seit langem in der Schilddrüsenthherapie auch sehr gute Erfolge mit den Schilddrüsenextrakten gehabt hat. In den letzten Jahren hat man versucht, ebenso wie bei der Hypophyse, auch aus der Schilddrüse wasserlösliche nichteweißartige Stoffe zu isolieren. Es zeigte sich, daß auch die Schilddrüse höchst wirksame, relativ einfach gebaute Stoffe besitzt. — Stoffe, die nicht zum Eiweiß zu zählen sind. Die chemische Natur dieser Substanzen ist noch nicht bekannt, doch sprechen die Löslichkeit in Säuren und das Ausfällen mit Basen, das Verhalten gegen konzentrierte Kalilauge usw., dafür, daß auch hier aminartige Verbindungen vorliegen können. Eiweißfreie, aus der Schilddrüse gewonnene Stoffe (*Thyreoglandol*) wurden in der letzten Zeit von verschiedener Seite untersucht. Ich erwähne die zahlreichen Untersuchungen von *Asher*¹) und seinen Mitarbeitern *Richardson*, *Kakehi*, *Eiger*, *Streuli*, sowie die Arbeit von *E. Bürgi* und *Traczewski*²). Vor kurzem ist mir in Anlehnung an die früheren Befunde von *Asher* nachzuweisen gelungen, daß dem genannten Schilddrüsenauszug auch die typische Schilddrüsenwirkung, der Einfluß auf den Stoffwechsel, zukommt³).

*E. Abderhalden*⁴) hat das Schilddrüseneiweiß dem nacheinanderfolgenden Abbau mittelst Pepsin, Trypsin und Erepsin unterworfen. Er erhielt abiurete Produkte. Diese tiefabgebauten Stoffe beeinflussten das Wachstum und die Metamorphose von Froschlarven in ganz gleicher Weise wie natives Schilddrüseneiweiß.

*R. H. Kahn*⁵) hat die gleichen Wachstumssymptome der Froschlarven mit eiweißfreien Extrakten aus Schilddrüse erzielen können.

Alle die neueren Ergebnisse machen es wahrscheinlich, daß auch die Wirkung der Schilddrüse nicht an Eiweißkörper, sondern an einfach gebaute, stickstoffhaltige Stoffe gebunden ist, deren chemische Beschaffenheit noch näher zu erforschen ist.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so ergibt sich folgendes:

1. Auf dem einfachen Wege der Dekarboxylierung entstehen aus den Aminosäuren physiologisch höchst wirksame Verbindungen, die man als *proteinogene Amine* bezeichnet.

2. Diese Dekarboxylierung war früher nur bei einigen speziellen Mikroorganismen der Fäulnis bekannt.

Die neueren Untersuchungen haben aber gezeigt, daß die Dekarboxylierung von Aminosäuren zu den wichtigen physiologischen Prozessen gehört, die sowohl im Pflanzenreich, als auch in

¹) Das bis jetzt durch *Asher* gesammelte experimentelle Material ist in seiner Arbeit, Deutsche med. Woch., 1916, enthalten.

²) Biochem. Zeitschr., Bd. 66, S. 417.

³) J. Abelin, Biochem. Zeitschr., 1917.

⁴) E. Abderhalden, Pflügers Archiv, Bd. 162.

⁵) R. H. Kahn, Pflügers Archiv, Bd. 163.

¹) *Evins* und *Laidlaw*, Journ. of Physiol. 41, 78, 1910.

der Tierwelt weit verbreitet sind. Ebenso wie wir im Pflanzen- und Tierreich die gleichen Abbauprodukte des Fettes, der Kohlehydrate und der Eiweißkörper finden, ebenso einheitlich erscheint uns auch der unter Kohlensäureabspaltung verlaufende Abbau der Aminosäuren.

3. Die Dekarboxylierung hat bei einigen Mikroorganismen wahrscheinlich den Zweck, den N. der Aminosäure zugänglicher zu machen. Dafür spricht die Verwertbarkeit der primären Amine, die dabei entstehen, als N-Quelle für die Mikroorganismen.

Es erscheint sehr wahrscheinlich, daß die Abspaltung der CO_2 mit einer Energieentwicklung verbunden ist, und daß dieser Vorgang eine Energiequelle für die Tätigkeit der einzelligen Lebewesen darstellt. Dafür möchte ich anführen, daß all die Dekarboxylierungen der Aminosäuren nur von lebenden Zellen, nicht aber von den daraus gewonnenen Enzymen ausgeführt werden.

4. Auch im tierischen Organismus sind proteinogene Amine nachgewiesen worden. Der Tierkörper baut die proteinogenen Amine in gleicher Weise ab, wie die Mikroorganismen. Speziell die Leber scheint diesen Abbau durchzuführen. Zahlreiche Tatsachen sprechen dafür, daß auch die Drüsen mit innerer Sekretion über Mittel verfügen, um proteinogene Amine zu bilden.

Das Gebiet der proteinogenen Amine zeigt uns wieder einmal den Kernpunkt jeder biologischen Untersuchung — die genaue chemische Aufklärung der Natur der Substanz. Eine scheinbar unwichtige Beobachtung von A. Ellinger, daß Putrescin und Kadaverin aus Aminosäuren entstehen, hat schließlich zur Auffindung einer ganzen neuen Körperklasse geführt. Ja, sogar noch weiter, auch einige unserer theoretischen Anschauungen über die Eiweißabbauprodukte müssen jetzt einer Revision unterzogen werden.

Es ist zu hoffen, daß es chemischen und physiologischen Forschungen auf diesem Gebiete auch fernerhin gelingen wird, in die Geheimnisse des tierischen und pflanzlichen Geschehens noch tiefer einzudringen.

Physikalische und technische Mitteilungen.

Die Verwendung von metallischem Aluminium als Mittel gegen Kesselstein in Dampfkesseln empfiehlt J. Pouget. Er hatte beobachtet, daß ein im Laboratorium in dauerndem Gebrauch befindliches Wasserbad, das innen mit Aluminiumfarbe angestrichen war, drei Jahre lang benutzt werden konnte, ohne der Reinigung zu bedürfen, während derartige Apparate sonst in kurzer Zeit mit einer Schicht Kesselstein bedeckt wurden, die die Zuflußröhre vollständig zu verstopfen pflegte. Daraufhin stellte er Versuche mit zwei Eisengefäßen an, in denen er 14 Tage lang Wasser kochen ließ. In dem einen hatte er ein Säckchen mit Aluminiumpulver angebracht. Dieses Gefäß hatte während der Dauer des Siedens 7 g Kesselstein abgesetzt,

während das andere ohne Aluminium 17 g Kesselstein aufwies. Der Versuch wurde mit gekörntem Aluminium, wie es zu dem Goldschmidtschen Verfahren benutzt wird, wiederholt. Hierbei waren die entsprechenden Werte 13 und 19 g. Das metallische Aluminium wirkt also der Bildung von Kesselstein in Dampfkesseln entgegen. In Pulverform ist seine Wirkung größer als in gekörntem Zustande. Das beste Mittel bildet aber ein Innenanstrich der Dampfkessel mit Aluminiumfarbe. Den Aluminiumanstrich stellt man her, indem man Aluminiumpulver in Terpentinöl einrührt, dem Harz zugesetzt ist (C. R. 161, 35, 1915).

Eine Messung des Lichtdruckes mittels einer dünnen Metallfolie hat G. D. West ausgeführt. In einem luftleeren Glasgefäß wurde ein Streifen von einem Gold- oder Aluminiumblättchen aufgehängt, so daß das untere Ende frei schwebte. Wurde es dann von einer 32-kerzigen Glühlampe aus einer Entfernung von etwa 10 cm bestrahlt, so konnte man mit einem Mikroskope messen, wie weit sich das freihängende Ende des Metallstreifens unter dem Drucke der Lichtstrahlung zurückbog. Ein Goldstreifen, dessen unteres Ende um ungefähr 6 cm von der Aufhängung entfernt war und dessen Gewicht $1,82 \times 10^{-4}$ g für das qcm betrug, zeigte die Zurückbiegungen 2,8, 2,3 und $2,0 \times 10^{-3}$ cm bei Lampenabständen von 10,5, 11,5 und 12,5 cm. Die von der Lampe auf das Goldblättchen auftreffende Strahlung war dadurch ermittelt worden, daß man vorher an die Stelle des Blättchens eine geschwärzte Kupferplatte gebracht hatte, deren durch die Bestrahlung bewirkte Erwärmung durch ein Thermoelement gemessen wurde. So war es denn auch möglich, hieraus die Zurückbiegungen zu berechnen, die sich theoretisch hätten ergeben müssen. Für die oben angegebenen drei Entfernungen der Lampe betrugen sie 1,6, 1,4 und $1,2 \times 10^{-3}$ cm, also bedeutend weniger als die wirklich gemessenen Werte. So wurden für den Goldstreifen stets zu große Werte gefunden, während beim Aluminiumstreifen sich bessere Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung ergab (Electrician 70, 741. 1916).

Die Wirkung hoher Gleichstromspannungen auf Luft, Öl und feste Isolatoren hat F. W. Peek untersucht. Mit hohen Wechselstromspannungen ist dies schon sehr oft geschehen, da bei diesen die Herstellung hoher Spannungen durch die Anwendung von Transformatoren sehr einfach ist. Peek stellte sich Hochgespannten Gleichstrom bis zu 150 000 Volt aus Wechselstrom von 60 Perioden mit Hilfe eines Gleichrichters in Verbindung mit Kondensatoren und Induktionsrollen her. Die Wirkung dieses Gleichstromes auf Luft war dieselbe wie die des Wechselstromes, indem zum Durchschlagen von bestimmten Luftstrecken die gleich hohe Spannung des Gleichstromes erforderlich war wie die Maximalspannung des Wechselstromes, nämlich das $\sqrt{2}$ -fache seiner effektiven Spannung. Dies Ergebnis wurde gefunden, sowohl wenn der Funkenübergang zwischen Kugeln von 6,25 und 12,5 cm Durchmesser stattfand, wie auch wenn er zwischen Nadelspitzen erfolgte. Auch die Beobachtung der Coronabildung zwischen konzentrischen Zylindern lieferte für beide Arten von Spannungen gleiche Ergebnisse. Dasselbe war der Fall bei den Beobachtungen mit Öl, solange es trocken war. Dagegen war bei feuchtem Öl, die Durchschlagsspannung niedriger für Gleichstrom als für Wechselstrom. Wahrscheinlich rührt dies daher, daß der Gleichstrom die Wassertropfen in dem feuchten Öle

aneinander reihte. Feste Isolatoren verhalten sich in entgegengesetzter Weise. Sie enthalten sämtlich Feuchtigkeit, welche ihre Form ausfüllt. Die Leitbahnen für die Elektrizität bilden daher in ihnen eine Reihe von Widerständen, zwischen die Kapazitäten geschaltet sind. So müssen die festen Isolatoren dem Wechselstrom gegenüber einen anderen und zwar geringeren Widerstand zeigen als dem Gleichstrom gegenüber. Die Versuche bestätigten dies durchweg. Beispielsweise zeigte vierfach gelegtes mit Firnis getränktes Tuch in etwa $\frac{1}{2}$ cm dicker Schicht dem Gleichstrom gegenüber einen Anfangswiderstand von 120 000 Volt, der nach einigen Minuten auf etwa 105 000 Volt sank. Dem Wechselstrom gegenüber war der Durchschlagswiderstand im Anfang kaum 70 000 Volt und fiel bei minutenlangem Anlegen der Spannung auf 45 000 Volt. Ähnliche Ergebnisse wurden bei sämtlichen sonstigen Beobachtungen gefunden. Im Anschlusse an diese Untersuchungen macht Peek den Vorschlag, bei Prüfungen von langen Kabeln sich in Zukunft nicht mehr der Wechselstrom-, sondern der Gleichstromspannungen zu bedienen, da die für solche Gleichstromuntersuchungen erforderlichen Apparate sehr klein sind im Vergleiche zu den bei Wechselstromspannungen benötigten Einrichtungen, die oft für den Lade-
strom mehrere Hundert Kilovoltampere liefern müssen (*Electrician* 77, 734, 1916).

Einen neuen Versuch, die Umwandlungsgeschwindigkeit der Strahlstoffe zu beeinflussen, haben J. Danysz und L. Wertenstein angestellt. Bisher hat man für diesen Zweck hohe und niedere Temperaturen, Druck, elektrische Entladungen und Magnetfelder vergeblich angewandt. Bei dem neuen Versuche ließ man den Stoß von α -Teilchen auf solche Umwandlungen einwirken, die von einem Elemente von sehr langer Lebensdauer zu einem sehr schnell zerfallenden Element führen, nämlich die Umwandlungen von UI in UX und von Mesth I in Mesth II. Bei der Umwandlung des Urans wurde der Versuch so vorgenommen, daß man die α -Strahlen, welche von einem anfänglich 18 Millicurie Emanation enthaltenden Röhrchen ausgesandt wurden, sechs Tage lang auf eine Schicht Uranoxyd U_3O_8 wirken ließ, die gerade dick genug war, um die α -Strahlen absorbieren zu können. Es war aber nicht möglich, die geringste Änderung in der Aktivität des Uranoxydes festzustellen. In dem zweiten Falle wirkte die Strahlung von 30 Millicurie Emanation 13 Stunden hindurch auf 3 mg Mesothorium-Radium, das zu zwei Dritteln Mesothorium enthielt. Falls die darauf fallenden α -Strahlen den Zerfall desselben beschleunigt hätten, so hätte die Menge des Mesth II und dadurch auch die γ -Strahlung des Produktes vermehrt werden müssen. Obgleich aber die Messung dieser Strahlung auf $\frac{1}{1000}$ genau angeführt werden kann, ließ sich nicht die geringste Zunahme feststellen (*C. R.* 161, 784, 1915).

Einen elektrostatischen Erdbebenmesser hat B. Galitzin gebaut. Den Apparat bildet ein Stativ, von dessen Spitze eine Kugel von der Masse M unter einem Winkel α gegen die Vertikale herabhängt. Die Kugel ist mit Hilfe eines kleinen Stahlstreifens und eines Stabes a an der Spitze des Stativs befestigt und stützt sich mit Hilfe eines zweiten Stabes gegen eine Platte s , die am Fuße des Stativs parallel zum Aufhängestab a angebracht ist. Befindet sich der Apparat in Ruhe, so übt die Kugel auf die Platte s einen Druck $P_0 = Mg \sin \alpha$ aus. Erfährt der Apparat dagegen eine wache

rechte Verschiebung x in der Ebene, welche die durch den Aufhängepunkt der Kugel gehende Vertikale und den Schwerpunkt der Kugel enthält, so daß $x = f(t)$ zur Zeit t ist, so wird der auf die Platte s durch die Kugel ausgeübte senkrechte Druck

$$P = Mg \sin \alpha + Mx'' \cos \alpha.$$

Setzt man $p = P - P_0$ und $x'' = w$, so wird $p = Mw \cos \alpha$; p ist also proportional zu w und man kann aus p die Größe w für ein beliebiges Bewegungsgesetz $x = f(t)$ berechnen. Zur Bestimmung von p wird die Erscheinung der Piezoelektrizität benutzt. Die Platte s wird aus Quarz oder aus Turmalin passend geschnitten und auf beiden Seiten mit Metallplatten bedeckt. Auf die piezoelektrische Platte s wird der von der Kugel M ausgeübte Druck P übertragen und ihre innere Seite mit der Erde leitend verbunden. Dann ist die elektrische Ladung auf der Außenseite von s in weiten Grenzen proportional zu P . Um deren Wert dauernd zu messen, braucht man ein genügend empfindliches Elektrometer mit einer sehr kleinen Kapazität ohne merkliche Trägheit und ohne periodische Eigenschwingung. Alle diese Eigenschaften besitzt ein Saitengalvanometer mit passend gewählter Spannung in gewünschter Weise. Auch eine fortlaufende Registrierung ermöglicht dieses Instrument, wenn man die Bewegung des mittleren Teiles der Saite mit einem einfachen optischen Hilfsmittel auf photographisches Papier überträgt. Mit Hilfe der Mikrophotographie gelangt man dann zu einem sehr handlichen und leicht beweglichen Apparat. Bei seinem Gebrauche ist aber gute Isolation und Schutz gegen Störungen durch äußere Ladungen nötig. Um den Apparat gebrauchsfähig zu machen, stellt man ihn zunächst auf die Erde, dann beschreibt die Saite des Elektrometers auf dem photographischen Papier die Nulllinie $y = 0$ für den Druck $P = P_0$. Die Ausschläge y bei eintretenden Beschleunigungen werden dann proportional $P - P_0$ und $w = Ay$. Um die Größe A , die Konstante des Instrumentes, zu bestimmen, hängt man an die Kugel M ein Hilfsgewicht m . Aus dem hierdurch bewirkten Ausschlag y läßt sich A in einfacher Weise berechnen. Mit einem beweglichen Tischgestell, dessen Bewegungen durch einen Rußschreiber aufgenommen werden konnten, wurden Vergleichsversuche angestellt. Hierbei ergab sich eine Übereinstimmung bis auf 1 %. Die Dauer der Perioden der Bewegungen schwankte zwischen 3 und 0,85 s. Für kurze Perioden ist der Apparat ganz besonders empfindlich; es wurden Bewegungen mit Perioden bis zu 0,05 s untersucht. Für vertikal gerichtete Bewegungen gestaltet sich der Apparat noch einfacher. Zur vollständigen Untersuchung beliebiger Beschleunigungen bedarf man dreier Apparate für drei zu einander senkrechte Achsen. Der Apparat soll aber nach Galitzins Ansicht nicht nur der Erdbeforschung dienen, sondern auch zur Messung von Beschleunigungen geeignet sein, welche bei Bewegungen in Gebäuden, auf Brücken, Schiffen oder fahrenden Wagen durch starke Motoren, durch Fortbewegung schwerer Lasten, Minenexplosionen, Kanonenschüsse usw. verursacht werden. Überdies hält er den Apparat für solche Gelegenheiten verwendbar, wo es sich darum handelt, den augenblicklichen Wert eines Druckes zu bestimmen, z. B. in der Meteorologie und in der Aerodynamik, bei den Aufnahmen von Diagrammen verschiedener Arten von Motoren usw. (*C. R.* 161, 281 und 304, 1915).

A. Mahlke, Hamburg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

NOV 3 1919

U. S. Department of Agriculture

Heft 13.

30. März 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Gerinnung des Blutes und ihre chemischen Grundlagen. Von *Dr. R. Klinger, Zürich*. S. 193.

Die Flora der Eiszeit und ihre Spuren in der Gegenwart. Von *Dr. Peter Stark, Leipzig*. S. 199.

Besprechungen:

Die Entwicklung der Brille V. Von *M. v. Rohr, Jena*. S. 202.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein): Die Schneedecke in Norddeutschland nach G. Lachmann. Windänderungen mit der Höhe und Turbulenz. S. 204.

Physikalische und technische Mitteilungen:

Ueber die Wahrnehmbarkeit kurzer Lichtsignale. Die Härteprüfung mittels des Kugel-

druckverfahrens. Lichtstärke der Hefnerlampe. Ueber die Zersetzung des Kalkstickstoffs infolge von Wasserbeimengung. Lineares Induktorium. Witterungsverhältnisse längerer Zeiträume in Europa. Untersuchungen über die elektrische Leitfähigkeit des Bergkristalls. Photographische Untersuchung der Intensitätsverteilung in Sternspektren. S. 205—208.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Nova Acta der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher. S. 208—212.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschienen:

Arzneipflanzenkultur und Kräuterhandel

Rationelle Züchtung, Behandlung und Verwertung der in Deutschland zu ziehenden Arznei- und Gewürzpflanzen. Eine Anleitung für Apotheker, Landwirte und Gärtner

Von

Th. Meyer

Apotheker in Colditz

Zweite Auflage. Mit 21 Textabbildungen

In Leinwand gebunden Preis M. 5,40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	13	26	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40 % Nachlass.

Verlagshandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Die Neurosen und Psychosen des Pubertätsalters

Von Dr. **Martin Pappenheim** und Dr. **Carl Grosz**

Landgerichtspsychiater in Wien

Preis M. 3.—

(Bildet Heft 1 der „Zwanglosen Abhandlungen aus den Grenzgebieten der Pädagogik und Medizin“. Herausgegeben von Th. Heller-Wien und G. Leubuscher-Meiningen).

Gerichtsärztliche Untersuchungen

Ein Leitfadens für Mediziner und Touristen

Von Dr. **Otto Leers**

Gerichtsarzt in Essen a. d. Ruhr

Preis M. 4.—; in Leinwand gebunden M. 4.60

Der Harn sowie die übrigen Ausscheidungen und Körperflüssigkeiten von Mensch und Tier

Ihre Untersuchung und Zusammensetzung
in normalem und pathologischem Zustande

Ein Handbuch für Ärzte, Chemiker und Pharmazeuten sowie zum Gebrauche an landwirtschaftlichen Versuchsstationen

Unter Mitarbeit zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von
Professor Dr. **Carl Neuberg**, Berlin

Zwei Teile — Mit zahlreichen Textfiguren und Tabellen

Preis M. 58.—; in zwei Halblederbänden gebunden M. 63.—

Vor kurzem erschien:

Hermann Lenhartz Mikroskopie und Chemie am Krankenbett

Achte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

Von Professor Dr. **Erich Meyer**

Direktor der medizinischen Universitätsklinik zu Straßburg i. E.

Stabsarzt d. L., Chefarzt eines Festungslazarets und fachärztlicher Beirat im Bereich des XV. Armeekorps

Mit 150 Abbildungen im Text und einer Tafel

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

30. März 1917.

Heft 13.

Über die Gerinnung des Blutes und ihre chemischen Grundlagen.

Von Dr. R. Klinger, Zürich,

Assistent am Hygiene-Institut der Universität.

Die Gewebe der größeren Lebewesen werden von einem kontinuierlichen Säftestrom durchzogen, welcher die zum Leben erforderlichen Nährstoffe an die einzelnen Zellen heranbringt und die Abfallstoffe derselben entfernt.

Diese Flüssigkeit, die wir ganz allgemein als „Blut“ bezeichnen können, ist bei den höher entwickelten Tieren zu einem lebenswichtigen Bestandteil geworden; manche besonders empfindliche Zellen gehen schon zugrunde, wenn die Blutzufuhr nur für wenige Minuten unterbrochen wird. Eine so weit gehende Abhängigkeit des Organismus vom Zirkulationsapparat war nur möglich, wenn gleichzeitig Schutzvorrichtungen ausgebildet wurden, wodurch eine Störung oder Aufhebung seiner Funktion möglichst verhindert wurde. Die hierher gehörigen Einrichtungen sind bei den verschiedenen Tierformen so mannigfaltig und zweckmäßig, daß sie uns hundertfach Anlaß geben, das rätselhaft schöpferische Vermögen der Natur zu bewundern. Eine unter den vielen Gefahren, welche die regelmäßige Blutzufuhr zu allen Organen bedrohen, sind starke Verluste der zirkulierenden Flüssigkeit, wie sie bei jeder tieferen Verletzung besteht; eine Gefahr, die namentlich dann groß wurde, als das Blut zum Zweck rascherer Zirkulation mit einer Pumpvorrichtung (Herz) verbunden und unter Druck in alle Körperteile gepreßt wurde. Verschiedene Vorbeugungsmaßnahmen sorgen dafür, daß bei Verletzungen größere Blutverluste nicht zu häufig eintreten; so die Tieflagerung der dickeren Blutgefäße, die außerdem mit zwar elastischen, aber sehr festen Wandungen versehen sind, die reflektorische Zusammenziehung dieser Wandung durch den Reiz des Traumas usw. Das bei weitem wichtigste und am meisten verbreitete Mittel besteht jedoch darin, daß in der Wunde das vorher vollständig flüssige Blut plötzlich zu einer festen Masse erstarrt und dadurch die eröffneten Gefäße selbst verschließt. Die Bedeutung dieser Einrichtung tritt am deutlichsten bei jenen Individuen hervor, bei welchen sie ungenügend ausgebildet ist. Es gibt einzelne Menschen, deren Blut infolge einer eigenen, erblich übertragbaren Anlage nur schwer gerinnt. Diese „Bluter“ (Hämophile) verlieren häufig schon bei ganz geringfügigen Verwundungen durch tagelanges Weiterbluten so große Mengen von Blut, daß es bis zur

vollständigen Erschöpfung des Körpers, ja bis zum Tode durch Verblutung kommt.

Wie hat die Natur das Problem der schnellen Umwandlung eines flüssigen in einen festen Körper in diesem Falle gelöst? Diese Hauptfrage der ganzen Gerinnungslehre soll uns im folgenden näher beschäftigen. Im wesentlichen liegt die Lösung darin, daß im Blut ein Stoff von besonderer Eigenschaft auftritt, das *Fibrinogen*, ein kolloidal gelöster Eiweißkörper, dessen Teilchen sehr leicht auf gewisse Veränderungen hin ausfallen, d. h. zu Fäden und Netzen eines festen, elastischen Körpers zusammentreten. Dieser, der Faserstoff oder das *Fibrin*, schließt die Blutflüssigkeit und die Blutzellen zwischen sich ein und bildet die Grundsubstanz des Blutgerinnsels oder Koagulums, welches die Gefäße und die Wundränder verschließt.

Während für die Natur die Aufgabe hiermit gelöst ist, fängt sie für den Gerinnungsphysiologen bei dieser Feststellung erst an; ihm kommt es darauf an, den feineren Mechanismus des scheinbar einfachen, in Wirklichkeit aber doch ziemlich komplizierten Vorganges aufzudecken und seine Gesetzmäßigkeiten zu erkennen. Systematische Untersuchungen dieser Frage wurden schon vor etwa fünfzig Jahren unternommen, zuerst von A. Schmidt und seiner Schule, dann von Hammarsten, Pekelharing, Arthus, Morawitz, Fuld und Spiró, Nolf, Bordet und Delange, L. Loeb. Alle diese Forscher (ihre Zahl könnte noch um viele vermehrt werden) kamen zu mehr oder weniger differenten Auffassungen und Theorien der Gerinnung, die wir hier nicht einzeln besprechen und gegeneinander abwägen können. Im allgemeinen wurde angenommen, daß bei der Blutgerinnung ein vorher nicht vorhandener Körper auftritt, der das Fibrinogen ausfällt, d. i. in Fibrin umwandelt. Da man hierbei zuerst an einen fermentativen Prozeß dachte, wurde dieser Stoff als „*Fibrinferment*“ bezeichnet. Später wurde diese Ansicht durch kolloidchemische Vorstellungen (gegenseitige Fällung von Kolloiden) verdrängt und daher der Ausdruck „*Thrombin*“ für das Fibrin bildende Agens gebräuchlicher. Die Art, wie dieses Thrombin im Blute zustande kommt, ist das eigentliche Diskussionsthema der verschiedenen Theorien. Die Versuche führten dahin, einen wahrscheinlich eiweißartigen, im übrigen kaum näher charakterisierbaren Stoff (*Thrombogen*, *Serozym*) zu postulieren, eine Art unwirksamer Vorstufe des Thrombins (Prothrombin); aus diesem geht das wirksame Thrombin bei Anwesenheit ionisierter Ca-Salze (Arthus, Sabba-

tani) durch Einwirkung einer zweiten Art von Stoffen hervor. Diese wurden, da man auch hierfür zuerst eine fermentative Umwandlung angenommen hatte, als „zymoplastische“ Substanzen, „Thrombokinase“, „Cytozym“ bezeichnet. Eingehendere Untersuchungen machten dagegen eine einfache chemische Verbindung zwischen „Serozym“ und „Cytozym“ wahrscheinlich und brachten auch einige Aufschlüsse über die Natur der Cytozyme; es schien, als ob die wirksamen Stoffe zu den Lipoiden (spez. Lecithinen) gestellt werden müßten. Merkwürdig war das sehr verbreitete Vorkommen derselben in fast allen Zellen, Körpersäften und Organextrakten. — Zu einer etwas weiter abweichenden Theorie kam Nolf, welcher eine gleichzeitige Reaktion dreier Kolloide (Thrombogen, Thrombozym und Fibrinogen) annahm, die direkt als Fibrin ausfallen sollten. Thrombin würde hierbei nur als unwesentliches Nebenprodukt der Gerinnung entstehen.

Schon diese wenigen Andeutungen dürften erkennen lassen, daß diese zahlreichen Theorien zwar viele Begriffe oder wenigstens Namen schufen, ohne aber zu einer befriedigenden Erklärung des Gerinnungsvorganges zu kommen. Das Wesen der verschiedenen Reaktionen blieb fast vollständig im Dunkeln, selbst wenn wir nur die Rolle des einfachsten der an der Thrombinbildung beteiligten Stoffe, des CaCl_2 , ins Auge fassen. Trotz einem enormen Aufwand von Arbeit ist man auf diesem ganzen Gebiete nur sehr langsam vorwärts gekommen und auf manche Irrwege geraten; hauptsächlich deshalb, weil das vorliegende Problem in erster Linie ein eiweißchemisches war, zu dessen Lösung die Forschung noch nicht genug reif war. Erst die Arbeiten der letzten Jahre haben die zu seiner Klärung erforderlichen Anhaltspunkte geliefert.

Wir möchten deshalb auf eine nähere Analyse der früheren Vorstellungen verzichten und nur die neueste, von E. Herzfeld und Klinger aufgestellte Theorie der Gerinnung in ihren Hauptzügen besprechen, welche die einzelnen Vorgänge auf chemisch faßbare Begriffe zurückzuführen versucht. So dürfte es auch dem Fernerstehenden leicht sein, sich auf diesem vor kurzem noch recht verworrenen Gebiete zu orientieren; gleichzeitig können bei diesem Anlaß einige neue eiweißchemische Vorstellungen, die auch für andere biologische Probleme Bedeutung gewinnen werden, anschaulich gemacht werden. Bevor wir dies tun, müssen wir die Grundphänomene beschreiben, deren Kenntnis für das Verständnis des Folgenden unerlässlich ist.

Wenn wir normales Blut aus einem Blutgefäß durch eine Kanüle ausfließen und in einem Glasröhrchen stehen lassen, gerinnt es je nach der Tierart im Verlauf von einigen Minuten bis Stunden (Hundeblut gerinnt z. B. rasch (3—8'), Menschenblut etwas langsamer (10—15'), Pferdeblut noch später, Vogelblut erst nach vielen Stunden). Das anfangs gleichmäßig flüssige Blut beginnt an der

Wandung des Glases in Form von Belägen zu haften, die bald massiger werden, namentlich gegen die Oberfläche zu. Dort entsteht eine Gerinnungshaut, die zuerst beim Neigen des Glases noch durchbrochen wird; rasch verdicken sich diese Gerinnungen von Wand und Oberfläche her, bis die ganze Flüssigkeit zu einem festen Blutkuchen erstarrt ist. Im mikroskopischen Präparat kann das Auftreten des Fibrins im homogenen Plasma an und zwischen den Blutzellen direkt beobachtet werden. Die Zellen werden vom Fibrinnetz fest umschlossen, viele derselben (spez. die sog. Blutplättchen, kleine kernlose Elemente des Blutes) zerfallen und geben gewisse Stoffe in die Umgebung ab. Überlassen wir die Blutprobe sich selbst, so zieht sich das Koagulum nach einigen Stunden zusammen, hebt sich von der Glaswand ab (Retraktion) und preßt eine klare, etwas gelbliche Flüssigkeit, das Serum aus. Wird das Blut während der Gerinnung bewegt, z. B. mit einem Stäbchen umgerührt, so setzt sich das ausfallende Fibrin an diesem fest und bildet dort fädig-fetzige Gerinnsel, die nur wenig Blutzellen einschließen. Wir erhalten so das Fibrin ziemlich rein, andererseits „defibriniertes“ Blut, das aus Serum und Blutzellen besteht. Durch Waschen in fließendem Wasser kann man das wasserunlösliche Fibrin noch weiter reinigen. In Salzlösungen (NaCl) geht hiervon nach längerem Stehen (Autolyse) ein kleiner Teil wieder in Lösung, diese unterscheidet sich aber von der ursprünglichen Fibrinogen-Lösung.

Der Ablauf der Gerinnung kann unter bestimmten Bedingungen beschleunigt oder verzögert werden. Schon lange ist bekannt, daß Beimengung von Wundsekret (Gewebssaft) die Gerinnungszeit stark verkürzt, weshalb Blut, das ohne Vorsicht aus einer breiteren Wunde aufgefangen wird, stets viel rascher gerinnt als solches, das vom selben Individuum und zur selben Zeit) unter Vermeidung jedweder Beimischung von Gewebsflüssigkeit direkt aus einem Blutgefäß entnommen wird. Gleich wie Wundsekret wirken Preßsäfte oder wässerige Extrakte der meisten Organe wesentlich beschleunigend auf die Gerinnung, ferner Emulsion von Alkoholextrakten oder anderen Lipoiden, viele Eiweißabbauprodukte usw. Außerdem chemisch indifferente Stoffe mit großen, adsorbierenden Oberflächen, wie fein gepulvertes Glas, Kaolin usw. Wir wollen alle diese Substanzen unter dem Namen der „Aktivatoren“ (früher Cytozyme, thromboplastische Substanzen usw.) zusammenfassen und schon hier darauf hinweisen, daß sowohl chemische wie physikalische Wirkungen unter diesen Begriff fallen.

Umgekehrt läßt sich die Gerinnung des Blutes verzögern, wenn wir es anstatt in Glas in einem mit Paraffin überzogenen Gefäß auffangen; unter diesen Umständen wird die Wand nicht von der Blutflüssigkeit benetzt, es können keine Adsorptionsvorgänge einsetzen. So gelingt es,

Blut mancher Tierarten, das im Glasröhrchen in kurzer Zeit fest wird, stunden- und selbst tagelang flüssig zu erhalten. Begünstigend wirkt hierbei rasche Abkühlung des mit der Kanüle entnommenen Blutes auf 0°. Auch sonst wird der Gerinnungsvorgang bei höherer Temperatur (37—40°) beschleunigt, bei niedriger deutlich verlangsamt. — Leichter und dauernd kann Blut an der Gerinnung verhindert werden, wenn Zusatz gewisser, hemmender Stoffe („Antithrombine“) erfolgt. Solche finden sich in manchen tierischen Sekreten wie im Schlangengift, besonders im Extrakt der Blutegelköpfe, deren Speicheldrüsen sehr wirksames Antithrombin enthalten. Aus wässerigen Extrakten derselben wurde von Jacoby ein relativ gereinigtes Präparat, das *Hirudin*, dargestellt, von dem schon wenige Milligramm eine größere Blutmenge an der Gerinnung verhindern.

Von diesen Stoffen wesentlich verschieden und in ihrer Wirkungsweise seit den Untersuchungen von *Arthus* und *Paget*, *Hammarsten* u. a. aufgeklärt ist die Aufhebung der Gerinnung durch kalkfällende Salze. Die Thrombinbildung kann nur bei Anwesenheit ionisierter Ca-Salze stattfinden; werden die im Blute vorhandenen Kalksalze (meist CaCl_2 , ferner $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) in unlösliche oder schlecht dissoziierte Verbindungen übergeführt (Zusatz von Na-Oxalat, -Fluorid, Ziträt), so bleibt die spontane Gerinnung aus. Wird hinterher wieder löslicher Kalk (als CaCl_2 oder CaSO_4) zugesetzt, so tritt wieder in normaler Zeit die Koagulation ein. Durch solche Mittel, z. B. Na-Oxalat, ungerinnbar gemachtes Blut liefert, wenn es längere Zeit scharf zentrifugiert wird, ein vollständig klares Plasma („Oxalatplasma“), das aus sich nicht gerinnt, wenn ihm nicht der fehlende Kalk restituiert wird („Rekalkifizieren“). Setzt man ihm aber fertiges Thrombin zu, so gerinnt es je nach der Thrombinmenge früher oder später, auch wenn es noch Oxalat im Überschuß enthält. Denn die Kalksalze sind nur zur Bildung, nicht aber für die Wirkung des Thrombins erforderlich. Oxalatplasma ist somit ein (allerdings nicht sehr empfindliches) Reagens auf Thrombin; mit seiner Hilfe können wir z. B. nachweisen, daß sich Thrombin in den meisten frisch erhaltenen Seren vorfindet. Bei der spontanen Gerinnung des Blutes werden in der Regel größere Mengen dieses Stoffes gebildet, als für die Fibrinfällung verbraucht werden. Ihr Überschuß findet sich im Serum vor, wo er allerdings rasch zugrunde geht (durch Umwandlung in das sog. *Metathrombin* [Morawitz]). Ältere Seren wirken deshalb meist nicht mehr auf gerinnbare Flüssigkeiten ein. Sie lassen sich aber „reaktivieren“, wenn man sie 10—20' mit verdünnter ($\frac{1}{10}$) Lauge oder Säure stehen läßt. Nach dem Neutralisieren sind sie oft vorübergehend thrombinreicher als im frischen Zustande. Von sonstigen Eigenschaften des Thrombins erwähnen wir noch seine Hitzeempfindlichkeit (es

geht bei 55—60° in 10—20' zugrunde), die u. a. für die frühere Annahme seiner fermentativen Natur wichtig war.

Die Gerinnung beruht auf der Fällung eines Eiweißkörpers und wir müssen uns daher fragen, wovon Löslichkeit und Fällung der Eiweißkörper im allgemeinen abhängen. Hier haben die Untersuchungen *E. Herzfelds* eine Reihe von Beziehungen aufgedeckt, die auch für unser Problem von Bedeutung sind. *Herzfeld* konnte nachweisen, daß bei der Lösung, d. i. kolloidalen Verteilung der Eiweißkörper den Abbauprodukten derselben eine große Rolle zukommt. Die (ultramikroskopischen) Eiweißteilchen bestehen aus einem kompakteren Kern, der auf seiner Oberfläche alle Stufen der Abbauprodukte, von den höchstzusammengesetzten („Albumosen“) und mittleren (Peptone, Polypeptide) bis zu den niedersten Bausteinen (Aminosäuren) adsorbiert enthält. Diese Abbauprodukte sind die eigentlichen Träger der Lebensfunktionen, an ihnen spielen sich fortwährend Veränderungen ab, indem sie teils durch Synthese in höhere Stufen, teils durch Abbau in tiefere Spaltprodukte übergehen und dementsprechend das von ihnen abhängige Eiweiß in seinen wesentlichen Eigenschaften modifizieren. Diese Körper finden sich hierbei allem Anschein nach nicht als solche, sondern in Form von „Salzverbindungen“ (nach *Pfeiffer* und *Modelski*), d. h. sie enthalten an der NH_2 -Gruppe der endständigen Aminosäure ein Molekül eines Neutralsalzes (meist NaCl) in mehr-weniger lockerer Bindung. Als solche sind sie leicht in Wasser löslich und ermöglichen dadurch die kolloidale Verteilung der Eiweißteilchen im Wasser. Werden denselben diese Abbauprodukte auf irgend eine Weise entzogen (z. B. beim Erhitzen, Zusatz von Alkohol, Dialyse usw.) oder werden sie in andere Salzverbindungen umgewandelt (z. B. Metallsalze), so tritt die Fällung der Eiweißteilchen ein. Das gefällte Eiweiß kann nur dadurch wieder in Lösung gebracht werden, daß wir ihm wieder mit Abbauprodukten in genügender Menge besetzte Oberflächen schaffen, z. B. durch teilweise Aufspaltung des Koagulums mit Alkali, durch Autolyse oder künstlichen Zusatz von Abbauprodukten. Diese Untersuchungen führten *Herzfeld* noch auf eine zweite, sehr wichtige Rolle der Abbauprodukte; es zeigte sich, daß die Aufspaltung (und demzufolge auch die Wiederauflösung) von gefällttem Eiweiß weit schneller vor sich geht, wenn bereits Abbauprodukte zugegen sind; daß somit die Eiweißabbauprodukte selbst es sind, welche die Proteolyse anregen und beschleunigen. Sie führen hierbei die Aufspaltung meist bis zu jener Stufe, auf welcher sie selbst stehen (z. B. Peptone bis zur Peptonstufe, Aminosäuren bis zu den tiefsten Bausteinen). Auch besteht hier eine gewisse Spezifität der Wirkung, die sich darin äußert, daß solche Spaltprodukte, die in ihrem chemischen Bau dem abzubauenen Eiweiß nahe stehen, dieses

leichter und schneller aufspalten als fernerstehende. So ließen sich jene Wirkungen, die früher den sog. proteolytischen Fermenten (wie Pepsin, Trypsin usw.) zugeschrieben wurden, auf diese lösende und abbauende Fähigkeit der entsprechenden Abbauprodukte zurückführen; in der Tat konnte nachgewiesen werden, daß die verschiedenen Fermentpräparate eine dem Gehalt an Abbauprodukten proportionale Wirksamkeit besitzen, und daß die fermentative Eiweißverdauung durch künstliche Gemische von Abbaustoffen nachgeahmt werden kann.

Wir müssen uns hier auf diese, wenn auch etwas knappe Darlegung dieser neuen Auffassung vom Bau der Eiweißkörper und der Zusammensetzung ihrer „Lösungen“ beschränken. Der Nachdruck liegt hierbei auf den Eiweißabbauprodukten, deren auf Hunderte von verschiedenen leicht ineinander übergehenden Stufen verteilte Schar für das chemische und biologische Verhalten der Eiweißlösungen von ausschlaggebender Bedeutung ist. Nicht nur für das früher so geheimnisvolle Gebiet der Eiweißfermente, auch für viele Probleme des Stoffwechsels, für die Immunitätsvorgänge usw. darf von diesen Vorstellungen ein wesentlicher Fortschritt unserer Kenntnisse erwartet werden.

Kehren wir von dieser Abschweifung zu der Blutgerinnung zurück, so treffen wir daselbst viele Tatsachen an, welche die soeben entwickelte Lehre illustrieren. Wir können aus Fibrinogenlösungen, z. B. aus zellfreien Oxalatplasmen, das Fibrinogen durch konzentrierte Salzlösungen ausfällen, abzentrifugieren und wieder in 1–2 % NaCl-Lösung auflösen. Derartige Fibrinogenlösungen sind ein sehr empfindliches Reagens auf Thrombin, von welchem schon ganz geringe Mengen hinreichen, um sie auszufällen. Wir können an ihnen eine Reihe von Beobachtungen anstellen, die uns tiefer in das Wesen des Thrombins hineinführen werden. Zunächst lassen sie die Notwendigkeit der Abbauprodukte für die Lösung von Eiweißkörpern deutlich erkennen. Wenn wir nämlich versuchen, eine nach der angegebenen Fällungsmethode gewonnene Fibrinogenlösung durch mehrmalige weitere Fällungen und Wiederauflösungen noch mehr zu reinigen, so kommen wir zwar zu stets reineren, aber auch entsprechend schwerer löslichen Niederschlägen, bis nach drei- bis viermaliger Fällung ein nahezu unlösliches Fibrinogen erhalten wird. Wir haben mit jeder neuen Fällung einen Teil der leichter löslichen Abbauprodukte entfernt und so das Fibrinogen immer mehr der für seine Wiederauflösung unerläßlichen Begleiter beraubt. — Unter den hierbei weggehenden Abbauprodukten ist eine bestimmte Art für uns von besonderem Interesse. Vergleichen wir eine Fibrinogenlösung, die nach einer einmaligen Fällung erhalten wurde, mit einer durch wiederholte Umfällung gereinigten hinsichtlich ihres

Verhaltens gegenüber CaCl_2 -Zusatz, so stellt sich heraus, daß die gut gereinigte Lösung dadurch nicht nennenswert beeinflusst wird, während die ungereinigte in etwa einer Stunde in typischer Weise gerinnt, als ob wir (eine kleine Menge) Thrombin zugesetzt hätten. Es waren somit thrombinartige Körper an dem Fibrinogenniederschlag adsorbiert; sie fanden sich daselbst in unwirksamer Form vor, wurden aber aktiv, sobald sie sich mit CaCl_2 verbinden konnten; als solche wirken sie nicht mehr lösend, sondern fällend auf die Fibrinogenteilchen. Das gereinigte Fibrinogen enthält sie nicht mehr; da durch das Reinigungsverfahren in erster Linie *Eiweißabbauprodukte* entfernt wurden, kommen wir schon hier zu der Vermutung, daß das Thrombin zu diesen Körpern gehören dürfte; die betreffenden Abbauprodukte werden erst wirksam, sobald sie sich als CaCl_2 -Salzverbindungen vorfinden und dadurch in ihrem Verhalten gegenüber Wasser, in ihrer Löslichkeit und Adsorbierbarkeit usw. bestimmte Veränderungen erfahren haben. *Aus diesem Grunde sind ionisierte, d. h. zu Salzverbindungen befähigte Ca-Salze für die Thrombinbildung unerläßlich.*

Betrachten wir die übrigen Eigenschaften des Thrombins, speziell die Bedingungen, welche sein Auftreten und Verschwinden im Blute oder Serum begünstigen oder hemmen, so erhält die Annahme, daß es sich um ein polypeptidartiges Abbauprodukt handeln muß, noch manche Stützen. Wir sehen, daß alle Faktoren, welche die Proteolyse steigern, auch die Thrombinbildung beschleunigen und verstärken, und müssen daher annehmen, daß das Thrombin bei der Gerinnung durch hydrolytische Aufspaltung aus höheren Vorstufen entsteht. So bewirken viele Aminosäuren und Peptide sowie andere Eiweißspaltprodukte, wie glycocholsaures Na usw., die nach dem oben gesagten die Eiweißhydrolyse befördern, auch eine Verstärkung der Thrombinbildung. Noch weit besser als diese niederen Bausteine wirken die chemisch noch nicht auflösbaren Gemische verschiedenster Abbauprodukte, wie sie in wässerigen Organextrakten, im Wundsekret usw. vorkommen. Das Wesentliche der so zahlreichen, die Gerinnung fördernden Stoffe, denen man früher einen ganz spezifischen Einfluß zuschrieb (Thrombokinase, Thrombozym usw.), ist somit in ihrem Gehalt an proteolytisch wirkenden Abbauprodukten gegeben. Und auch jene Substanzen, bei welchen zunächst an eine andersartige, durch chemische Bindungen vermittelte Rolle gedacht werden könnte, wie die mit Alkohol, Toluol usw. erhaltenen Lipoid-Extrakte, verdanken ihre starke Gerinnungsaktivität hauptsächlich den als Beimengungen in ihnen enthaltenen Abbaustoffen, diese erfahren dadurch, daß sie auf die kolloidalen Oberflächen der Lipoidemulsionen adsorbiert sind, noch eine Steigerung ihres proteolytischen Vermögens. Werden die Lipide durch Umfällung immer mehr gereinigt, so verlieren sie mit diesen Beimengungen auch ihre Wirksamkeit.

Wenn gewisse, von Abbauprodukten freie Körper wie ölsaures Na in feiner Emulsion die Gerinnung fördern (*Hirschfeld und Klinger*), so muß auch diese Wirkung auf eine Steigerung der Serumproteolyse zurückgeführt werden, welche diese Stoffe dank ihren großen Oberflächen und vermutlich auch durch gewisse chemische Eigenschaften (ungesättigte Doppelbindung) hervorrufen. Dasselbe gilt auch von der durch *Stuber* und *Heim* näher untersuchten Beschleunigung durch Emulsionen von Fetten oder Fettsäuren.

Auch durch quantitative Bestimmungen der mit Ninhydrin reagierenden Stoffe läßt sich nachweisen, daß alle zu den Aktivatoren gehörenden Körper proteolytische Vorgänge steigern, und wir können somit behaupten, daß in dem *Eiweißabbauvermögen das gemeinsame Band gefunden ist, welches diese chemisch so sehr verschiedenen Stoffe zu der einen Gruppe der Aktivatoren vereinigt*.

Von anderen Tatsachen, welche die Thrombinbildung als einen proteolytischen Vorgang charakterisieren, sei der Einfluß höherer *Salzkonzentration* erwähnt, welche die Hydrolyse und die Gerinnung aufhebt, ferner derjenige der *Temperatur*, deren Erhöhung resp. Herabsetzung ganz gleichsinnig beide Prozesse fördert oder hemmt usw.

Das Thrombin ist somit das Ca-Salz eines Polypeptides, welches durch Proteolyse aus höheren Vorstufen entsteht. Hierbei ist als Quelle desselben nicht nur an einen einzigen Körper zu denken, an ein „Prothrombin“, sondern an die ganze ausgedehnte Stufenleiter von Abbauprodukten, die zu einem bestimmten (nicht näher bekannten) Eiweißkörper gehören; woher derselbe stammt, läßt sich zurzeit nicht sicher sagen. Im Blutplasma scheint er in größerer Menge nicht mehr vorzukommen. Die *Prothrombine* sind somit verschieden hoch über dem Thrombin stehende Abbauprodukte; von diesen werden die relativ tiefer stehenden schon leicht und auf geringe hydrolytische Einwirkungen hin in Thrombin übergehen (die Anwesenheit von Ca-Salzen vorausgesetzt), während die höher synthetisierten eine viel stärkere Aufspaltung verlangen, um bis auf die Thrombinstufe gebracht zu werden. Für die einen reichen schon so geringfügige Momente wie Gegenwart adsorbierender Flächen (Glasgefäßwandung) hin, um sie in Thrombin überzuführen, bei den anderen bedarf es stärker wirksamer Agentien (Wundsekret, Plättchenstoffe usw.). Je intensiver die proteolytischen Einwirkungen zur Zeit der Gerinnung sind, desto mehr Thrombin wird gebildet, desto mehr wird aber auch der Vorrat an Prothrombin verbraucht. Sera, die aus einer solchen Gerinnung hervorgehen (z. B. Gesamtblutgerinnung, evtl. unter Schädigung und teilweiser Auflösung der Blutzellen usw.), enthalten zwar zunächst noch viel fertiges Thrombin; es wurde mehr Thrombin gebildet als zur Fibrinogenfällung verbraucht werden konnte. Solche Sera erweisen sich aber zu weiterer Thrombinbildung (auf neuerliche,

proteolytische Einwirkungen hin) nur sehr wenig geeignet, sie sind *prothrombinarm*. Entfernen wir aus einer Blutprobe gleicher Herkunft zuerst alle Zellen und bringen erst dann das zellfreie Plasma zur Gerinnung (Auffangen in Oxalat, Zentrifugieren, Rekalzifizieren), so wird aus dem Koagulum ein Serum erhalten, das arm an Thrombin, hingegen *reich an Prothrombin* ist, d. h. unter geeigneten Bedingungen (Verdünnung, Zusatz von Organextrakt usw.) eine große Menge frischen Thrombins zu bilden vermag.

In ursprünglich thrombinreichen Seren geht das Thrombin, wie schon oben erwähnt, rasch in eine unwirksame Form („Metathrombin“) über. Durch Lauge usw. können solche Seren wieder für kurze Zeit thrombinreich gemacht werden; hierbei handelt es sich aber nicht um eine *Neubildung* von Thrombin, wie u. a. der Umstand beweist, daß diese Reaktivierung auch ohne Ca-Salze vor sich geht; vielleicht liegt eine Abspaltung des früher gebildeten, durch Adsorption an kolloidale Oberflächen unwirksam gewordenen Thrombins vor.

Wir müssen uns hier versagen, auf weitere Einzelheiten einzugehen und möchten noch einige Fragen besprechen, die im Anschluß an die vorhergehenden Ausführungen auftauchen dürften. So die alte Preisfrage, warum das Blut innerhalb der Blutgefäße flüssig bleibt, nach seiner Entnahme dagegen gerinnt? Das Blut gerinnt in den Gefäßen deshalb nicht, weil in denselben die das Fibrinogen in Lösung haltenden Substanzen (meist NaCl-Abbauprodukte) stets über die fallenden das Übergewicht haben. Je nachdem das Verhältnis dieser antagonistischen Gruppen sich ändert, nähert oder entfernt sich das Blut von seiner Gerinnungsgrenze. Derartige Schwankungen kommen physiologischerweise sowie bei manchen pathologischen Zuständen vor, halten sich aber in so bescheidenen Grenzen, daß die Gefahr einer intravitalen Gerinnung nicht besteht. Nach dem Tode kommt es dagegen sehr häufig zu einem Überwiegen der (autolytischen) Abbauvorgänge über die Synthese, und die dadurch bedingte Vermehrung der thrombinartigen Abbauprodukte ruft bald mehr, bald weniger ausgedehnte Gerinnungen in den Gefäßen hervor. Viel deutlicher tritt dies ein, wenn wir experimentell stark proteolytische Gifte ins Blut bringen, wie Organextrakte, Schlangengift usw. Dadurch können plötzlich so große Mengen von Thrombin gebildet werden, daß sie ausgedehnte, meist sofort tödende intravaskuläre Gerinnungen (Thrombenbildung) zur Folge haben. Doch verfügt der Organismus der höhern Tiere gegenüber vielen Abbauprodukten über eine Schutzrichtung, welche die Gerinnung des zirkulierenden Blutes verhindert. Es kommt nämlich mit Hilfe der Leber innerhalb von wenigen Minuten zu einer starken Zunahme der fibrinogenlösenden Substanzen des Blutes, sei es, daß die in das Blut gebrachten fremden Abbauprodukte rasch aufgespalten werden und in dieser Form die Löslichkeit des Fibrinogens erhöhen, oder daß die *Leber-*

zellen selbst unter dem Einfluß des stark proteolytischen Reizes gewisse Stoffe in den Kreislauf abgeben, welche in dem gleichen Sinne wirken. So ist es möglich, daß nach Injektion von Organextrakten, wenn die Zufuhr nicht zu schnell erfolgt und der Tod nicht sofort durch Gerinnung eintritt, bevor noch dieser Hemmungsmechanismus in Aktion treten konnte, das Blut meist ganz *ungerinnbar* wird oder das durch die Leber gegangene Blut ungerinnbar ist, während das noch nicht durch dieses Organ geflossene Blut (z. B. in den Darmgefäßen) massiv gerinnt. Auch die sog. Peptonimmunität, d. h. Ungerinnbarkeit des Blutes nach Peptoninjektionen und manche Erscheinungen bei Anaphylaxie usw. gehören hierher. —

Wird das Blut aus dem Kreislauf entnommen, so ist die Art, wie es aufgefangen und behandelt wird, von großer Bedeutung für die Schnelligkeit der Gerinnung. Je mehr alle Einrichtungen vermieden werden, welche die Aufspaltung speziell der thrombinnahen Prothrombine hintanhaltend, desto längere Zeit wird vergehen, bis die Fällungsgrenze erreicht ist (Auffangen in Gefäßen mit nicht adsorbierenden Wandungen [Paraffinbelag] und unter Luftabschluß, keine Beimengung von Wundsekret usw., Abkühlung), während alle entgegengesetzten Einflüsse die Gerinnungszeit beschleunigen müssen. Aber auch im Blut selbst können gewisse Momente für die Gerinnungszeit von Bedeutung sein. Nicht alle Blut-(Tier-)Arten gerinnen z. B. gleich schnell, die einen brauchen mehr, andere weniger Thrombin, bei manchen wird Thrombin unter denselben äußeren Verhältnissen viel leichter gebildet als bei anderen usw. Die Labilität der Prothrombine und die allgemeinen Bedingungen des Milieus, welche für Hydrolysen bald mehr, bald weniger günstig sein können, dürften hier in erster Linie entscheiden. Beim Menschen sind außerdem gewisse pathologische Blutzusammensetzungen bekannt, welche sich u. a. in einer verkürzten oder verlangsamten Gerinnungszeit äußern. Wir haben schon eingangs die *Hämophilie* oder Bluterkrankheit erwähnt; die schlechte Gerinnbarkeit des Blutes dieser Menschen beruht allem Anschein nach darauf, daß die schnell Thrombin liefernden Vorstufen nicht in genügender Menge im Blute vorkommen, so daß erst auf sehr energische proteolytische Reize (z. B. gute Organextrakte) hin, zuweilen überhaupt nur nach Zufuhr (Transfusion) normalen, d. h. prothrombinhaltigen Blutes die erforderliche Thrombinmenge entsteht.

Auch die Wirkung der oben erwähnten Antithrombine findet hier ihre Erklärung. Diese Stoffe hemmen die Gerinnung entweder dadurch, daß sie als solche oder durch einen von ihnen hervorgerufenen Abbau die Menge der das Fibrinogen in Lösung haltenden Substanzen vermehren; manche stören vermutlich auch die Thrombinbildung dadurch, daß sie einen zu intensiven Abbau auslösen, so daß auch das Thrombin (welches ja

keineswegs eine Endstufe, sondern bloß ein Glied der Polypeptidreihe ist) tiefer aufgespalten und dadurch unwirksam wird.

Ist das Blut geronnen, so geht natürlich die Autolyse (als deren ersten Beginn wir die Thrombinbildung ansehen können) weiter; die nächste Phase derselben ist die Retraktion des Koagulums und das Ausstoßen des Serums. Auch dieser Vorgang darf auf eine Proteolyse und dadurch bedingte Lockerung des Fibrinnetzes zurückgeführt werden. Denn seit den Untersuchungen *Hayems* wissen wir, daß hierfür die Anwesenheit der Blutplättchen unerlässlich ist, somit jener Elemente, welche durch ihren hohen Gehalt an proteolytischen Stoffen ausgezeichnet sind. Werden sie vorher aus dem Blut entfernt oder fehlen sie, wie dies bei manchen Krankheiten vorkommt, so bleibt die Retraktion des Blutkuchens aus. Ihre Wirkung ist sogar eine weitgehend spezifische, da Zusatz anderer proteolytischer Stoffe (wie Organextrakte) sie nicht ersetzen kann. Als Proteolyse dokumentiert sich dieser Vorgang u. a. auch durch seine Abhängigkeit von der Temperatur, indem er bei 0° ausbleibt. Schreitet die Autolyse noch weiter, so wird auch das retrahierte Koagulum wieder aufgelöst, es kommt zur sog. Fibrinolyse. Schneller wird dieses Endstadium erreicht, wenn von Anfang an viel Abbauprodukte im Blute angesammelt waren (wie bei Phosphorvergiftung usw.); in diesem Falle ist auch das Gerinnsel ein lockeres, weiches, die Verflüssigung ist oft schon nach wenigen Stunden eine vollständige.

Zum Schluß sei noch kurz auf die *praktische* Anwendung der im vorhergehenden besprochenen Ergebnisse der Gerinnungslehre eingegangen. Sie haben sich vor allem für die *Blutstillung* von Wert gezeigt, indem sie hier dem Arzt einige neue Mittel in die Hand gegeben haben, welche die älteren, vielfach unzulänglichen bald verdrängen werden. Während der Chirurgie gegen die nach Verletzungen oder bei Operationen auftretenden Blutungen über viele vorzügliche Stillungsmethoden verfügt, stehen wir gewissen inneren Blutungen sehr oft machtlos gegenüber; große Schwierigkeiten bieten der Behandlung ferner jene Fälle, wo die Gerinnbarkeit des Blutes an sich eine herabgesetzte ist. Früher wurden ätzende Substanzen, wie Eisenchlorid, verwendet, das aber die Wunde schädigt und die Thrombinbildung geradezu verhindert. Ein gutes Blutstillungsmittel soll dagegen das Ziel haben, die *Thrombinbildung in der Wunde zu steigern*, d. h. die physiologischen Vorgänge, die zur Bildung des Koagulums führen, zu unterstützen. Es kommt daher darauf an, die an der Entstehung des Thrombins beteiligten Substanzen künstlich in der Wunde zu vermehren. Prothrombin ist hierzu wegen seiner Labilität im allgemeinen nicht geeignet, wohl aber viele der sog. Aktivatoren; unter diesen mußten möglichst wirksame Stoffe ausgewählt werden, die teils

als wässerige Lösungen, teils als Trockenpulver in Anwendung kommen. Früher wurde hauptsächlich sterilisierte *Gelatine*, die ja ihrer Zusammensetzung und Wirkungsweise nach unter diese Gruppe gehört, verwendet. In den letzten Jahren wurden dagegen weit wirksamere Cytozym-lösungen aus verschiedenen Organen gewonnen und als Handelspräparate eingeführt. Sie haben sich in vielen Fällen als gut wirksam erwiesen, sowohl lokal bei direktem Aufbringen auf die blutende Wunde, wie in Form von Injektionen ins Blut oder in die Muskulatur, wodurch sie rasch in den Blutkreislauf gelangen und die Gerinnbarkeit des Gesamtblutes erhöhen.

Auch die Technik der *Bluttransfusion*, die nach großen, plötzlichen Blutverlusten (Verletzungen, Geburtshilfe) zu den nicht selten lebensrettenden ärztlichen Eingriffen gehört, wurde in der letzten Zeit dank der Gerinnungslehre verbessert und vereinfacht. Dies geschah namentlich durch die Anwendung der Zitratsalze (*Hustin* und *Levisohn* u. a.), die es ermöglichen, das Blut des Spenders (welches durch eine Kanüle aus einer gestauten Armvene auslaufen gelassen wird) an sich ungerinnbar zu machen, worauf es ohne Gefahr allein oder mit physiologischer Salzlösung verdünnt durch eine Vene in den Körper des Empfängers übergeleitet wird; daselbst wird es wieder normal gerinnbar, da das Zitrat im lebenden Organismus rasch zerstört wird. Während man früher meist eine Arterie des Spenders herauspräparieren und in die Vene des Empfängers einleiten mußte, somit eine wenn auch kleine, so doch nicht ganz leichte chirurgische Operation benötigte, kann nach dieser neuen Methode Blut fast ebenso einfach übertragen werden, wie die bisher an seiner Stelle injizierte, aber weit weniger wirksame bloße Kochsalzlösung.

Die Flora der Eiszeit und ihre Spuren in der Gegenwart.

Von Dr. Peter Stark, Leipzig.

1. Floristische Hinweise auf die Eiszeit.

Wer mit aufmerksamem Blick den Pflanzenteppich durchmustert, der unseren Heimatboden überzieht, der bemerkt sehr bald, daß er es mit keinem regellosen Chaos zu tun hat, daß vielmehr die Artenverteilung von ganz bestimmten Gesetzmäßigkeiten Zeugnis ablegt. Klimatische Faktoren und Bodenbeschaffenheit wirken dahin zusammen, daß an jedem Besiedelungsort ein ganz besonderer Vegetationstypus vertreten ist, daß hier Wald, dort Heide oder Moor der Landschaft ihr floristisches Gepräge verleiht. Und doch gibt es eine ganze Reihe von Besonderheiten, die sich durch eine derartige Analyse der „Milieubedingungen“ nicht erklären lassen. Die Pflanzengemeinschaften sind eben nicht bloß ein Abbild der gegenwärtigen Verhältnisse, sie sind etwas ge-

schichtlich Gewordenes, und manche scheinbar widerspruchsvolle Tatsache gewinnt erst Sinn und Bedeutung, wenn wir sie unter historischem Gesichtswinkel betrachten.

Besonders eine Genossenschaft hat schon seit langer Zeit die Pflanzengeographen zu derartigen Betrachtungen angeregt. Es ist dies die Gruppe der arktisch-alpinen Gewächse, deren Heimat im hohen Norden oder auf den Gipfeln der europäischen Hochgebirge liegt, die aber da und dort bei uns in tiefen Bergregionen auftreten in solcher Artenzahl und üppiger Entfaltung, daß sie geradezu den Vegetationscharakter bestimmen.

Ein Schweizer Botaniker, der zum ersten Mal die Höhen des südlichen Schwarzwalds, etwa den Feldberg, besucht und von der Fichtenregion in den Krummholzgürtel (*Pinus montana*) emporsteigt, wird darüber erstaunen, wie er auf Schritt und Tritt alten Bekannten begegnet, dem Alpenlattich (*Mulgedium alpinum*), Alpengeißblatt (*Lonicera alpigena*), dem Germer (*Veratrum album*), dem Berghahnenfuß (*Ranunculus montanus*) und so mancher verwandten subalpinen Form. Sein Erstaunen wird sich aber in völlige Überraschung verwandeln, wenn er aus der Region der Bergkiefer heraustritt und sich mit einem Male richtige Alpenmatten vor seinem Blicke ausbreiten, nicht ganz so üppig und farbeglühend, aber doch im kleinen ein getreues Abbild der Schweizer Heimat liefernd. Alpenglöckchen (*Soldanella alpina*), blauer Enzian (*Gentiana excisa*), Alpenanemone (*Anemone alpina*), Alpenfrauenmantel (*Alchemilla alpina*) und viele andere echte Alpenkinder fügen sich zu einem dichten, niedrigen Rasen zusammen, der nur da und dort von höheren Formen überragt wird, so an dem Nordhang der Feldbergkuppe von den herrlichen, fast meterhohen Beständen des gelben Enzian (*Gentiana lutea*).

Und der Wanderer wird sich unwillkürlich die Frage stellen: Wie sind diese Fremdlinge hierher geraten? Denn die Alpen liegen weit in der Ferne, nur an klaren, sichtigen Tagen den Blicken erreichbar.

Diese Frage ist von manchem Floristen sehr obenhin abgetan worden: der Wind hat es verschleppt, Vögel haben es hergetragen, Alpenflüsse haben es nach Norden verschwemmt. Mit dem Transport durchs Wasser hat es in manchen Fällen seine Richtigkeit, freilich nicht bei Standorten, die oben im Schwarzwald liegen, sondern nur bei solchen im flachen Alpenvorland, der Oberrheinebene, Oberbayern usw. Besonders die kleine Glockenblume (*Campanula pusilla*) und das Alpenleinkraut (*Linaria alpina*) sind Formen, welche sehr häufig auf Kiesbänken und an Uferböschungen im Tieflande erscheinen und ebenso rasch, wie sie aufgetreten sind, wieder verschwinden. Das sind aber nur Ausnahmen. Und ebenso wenig bieten sich Anhaltspunkte dafür, daß Wind und Vögel etwas Wesentliches zur Verbreitung beigetragen haben. *Gradmann* gelangt nach einer

Durchmusterung der in Betracht kommenden Formen der Schwäbischen Alb zu dem Schluß, daß kaum eine darunter ist, deren Samen auf einen solchen Transport hindeuten. Aber es gibt noch ganz andere Gründe von sehr starkem Gewicht, die ganz und gar gegen die vorgebrachte Deutung sprechen. Handelt es sich doch nicht um vereinzelte Standorte, sondern um üppige Bestände von großem Individuen- und Artenreichtum. Und solche Bestände treten nicht nur im Schwarzwald auf, sondern in ähnlicher Zusammensetzung in den Vogesen, im ganzen Jurazug, ja sogar in den Gebirgen Mitteldeutschlands, und vereinzelte Formen treffen wir in der norddeutschen Tiefebene. Ein so einheitliches, umfassendes Phänomen kann nicht durch zufällige Verschleppungen erklärt werden, und so drängt sich mit Notwendigkeit der Schluß auf, daß einstmals ein Klima geherrscht haben muß, in dem es der alpinen und ebenso der arktischen Genossenschaft möglich war, sich über das deutsche Gebiet auszubreiten. Als dieses Klima dann durch das gegenwärtige abgelöst wurde, blieben da und dort an geeigneten Standorten die arktisch-alpinen Kolonien erhalten, die somit als Relikte anzusehen sind. Diese Annahme wird verstärkt, wenn man den Rahmen noch weiter zieht. Schon *Heer* hat darauf hingewiesen, daß 50 % der Alpenflora auch in der Arktis vertreten ist, und ebenso zeigen die europäischen Hochgebirgsflora untereinander sehr große Verwandtschaft. Ja, es gibt sogar eine ganze Fülle von Arten, die von den Kämmen der Pyrenäen über die Alpen und Karpathen bis in die asiatischen Bezirke, Kaukasus und Altai, übergreifen, während in den tiefer gelegenen, wärmeren Zwischengebieten nur einzelne verlorene Posten anzutreffen sind. Wie konnten sich diese Formen ihre heutigen, weit auseinander gerissenen Areale erobern? Auch hier wiederum nur ein Ausweg: Die trennenden Tieflandsgebiete müssen ehemals wirklich gangbare Verbindungsbrücken gewesen sein; es müssen in der Ebene klimatische Bedingungen bestanden haben, die einigermaßen jenen entsprechen, welche wir heute in der Arktis oder in der Hochgebirgsregion vorfinden.

2. Geologische Daten über die diluviale Vereisung.

Wir sind nun in der glücklichen Lage, das aufgestellte Postulat in den sicheren Bereich der Tatsachen erheben zu können. Unabhängig von den Überlegungen der Pflanzengeographen, die durch eine Zergliederung der Tierversbreitung eine weitere Stütze finden, hat die Geologie den Nachweis erbracht, daß Europa in der Erdpoche, die der unsrigen voranging, im Diluvium, unter dem Zeichen einer gewaltigen Vereisung stand, deren Spuren weit über die jetzige Verbreitung der Gletscher hinausgreifend allenthalben auf deutschem Boden anzutreffen sind. Die Gletscher der Alpen stiegen nicht nur in das Schweizer Alpenvorland hinunter, sondern sie breiteten sich dort

zu einem einheitlichen Eisgürtel aus, der in badi-sches, württembergisches und bayerisches Gebiet vordrang. In derselben Weise drang das skandinavische Eis nach Südwesten und Süden vor, die Eisgrenze erreichte England, zog von dort nach der Rheinmündung und verlief nun von da an in weitem Bogen bis an den Sockel der mitteldeutschen Gebirge und nahm erst im kontinentaleren Osten, auf russischem Boden, eine nordöstliche Richtung an. Aber noch mehr. Wie Moränen, Rundhöcker, Kare, Seebildung und Schiffe beweisen, waren auch die deutschen Mittelgebirge selbständige Vereisungszentren. Dies gilt nicht nur vom Schwarzwald und den Vogesen, sondern auch vom Taunus, Odenwald, Thüringer Wald, Harz und Erzgebirge. Dies sind Tatsachen, die beweisen, daß die Schneegrenze mindestens 1000 m tiefer gelegen haben muß als heute, und dasselbe gilt natürlich in entsprechender Weise von der Baumgrenze. Die von verschiedenen Forschern berechneten Werte sind in Tabelle I übersichtlich zusammengestellt. Ein

Tabelle I. Lage der Schnee- und Baumgrenze während des Maximums der Vereisung.

	West-alpen m	Ost-alpen m	Schwarz-wald m	Sudeten, Erzgebirge, Riesengebirge m
Schneegrenze . .	1100—1200	1200—1400	700—1000	500—800
Baumgrenze . .	400—500	500—600	500—700	200—500

solches Umsichgreifen der Vereisung auf dem europäischen Kontinent ist nur unter der Annahme einer erheblichen Temperaturdepression möglich, die nach den Schätzungen von *Penck* etwa 4—5 ° Celsius im Jahresmittel betragen haben mag.

3. Die Flora der Vereisungsperiode.

Die soeben gelieferten Daten geben uns ein Mittel an die Hand, bestimmte Schlußfolgerungen über die Verbreitungsmöglichkeit des arktisch-alpinen Florenelements während der Vereisung zu ziehen. Mit dem Herunterrücken der Schneegrenze in den Alpen waren natürlich die Pflanzen der alpinen, baumfreien Region genötigt, ebenfalls eine abwärts gerichtete Wanderung anzutreten, und sie schoben nun gewissermaßen den ganzen Waldgürtel vor sich her, bis sie selbst da und dort an günstigen Stellen die Ebene erreichten. Das schließt nicht aus, daß sie sich lokal auch in der höheren Bergregion an eisfreien Stellen halten konnten. Für uns aber ist wesentlich, daß die vordersten Posten mit den Gletschern zu Tal steigen konnten und damit die Möglichkeit fanden, sich in der Tiefe auszubreiten. Entsprechende Verschiebungen traten im Norden ein. Das arktische Eis ist von der südlich gelegenen Waldregion

durch einen Vegetationsgürtel getrennt, den man als Tundra bezeichnet und dessen hervorstechendster Zug die Baumlosigkeit ist. Sie ist die Heimat der arktischen Pflanzen, die auf eine sehr niedere mittlere Jahrestemperatur gestimmt sind. Durch das vorstoßende Nordlandseis wurde das breite Band der Tundravegetation nach Süden geschoben bis in die deutschen Mittelgebirge, wo sich die nördlichen Elemente in der mannigfaltigsten Weise mit den Abkömmlingen der europäischen Hochgebirge mischten.

Daß dies keine willkürlichen Annahmen sind, dafür liefern die glazialen Ablagerungen selbst die gewichtigsten Belege. Die ersten wertvollen Daten auf diesem Gebiete verdanken wir einer Reihe von skandinavischen Forschern, in erster Linie A. G. Nathorst. Nathorst konnte zeigen, daß viele schwedische Moore unter ihren Torfschichten pflanzenführende Tone bergen, die offenbar unmittelbar nach dem Rückzug des Eises zur Ablagerung gelangten. Die Flora dieser Tone besitzt einen hochglazialen Charakter, und als Charakterpflanze kann die arktisch-alpine Silberwurz (*Dryas octopetala*) bezeichnet werden. Der unermüdlichen Arbeit Nathorsts ist es gelungen, solche „Dryasschichten“ auch außerhalb Skandinaviens an den verschiedensten Stellen Mitteleuropas nachzuweisen, und bis heute ist ihre Anzahl auf weit über 100 gestiegen. Wir kennen sie von England, Dänemark, Frankreich, Deutschland, aus der Schweiz, Österreich-Ungarn und Rußland. Die deutschen Fundpunkte bevorzugen zwar im allgemeinen die norddeutsche Tiefebene, wir treffen solche aber auch auf mittel- und süddeutschem Boden (Sachsen, Baden, Bayern, Württemberg).

Von besonderer Bedeutung war die Entdeckung einer solchen Dryasflora in Deuben bei Dresden; denn zur Zeit, da sie abgelagert wurde, lag die Eisgrenze schon viele Kilometer weit im Norden. Aus dieser Tatsache können wir ersehen, daß die glaziale Flora nicht etwa bloß als schmaler Saum die Eisgrenze umgab, sondern weit in das eisfreie Gebiet vorstieß. Sehen wir uns nun einmal die Zusammensetzung der Deubener Glazialflora etwas näher an. Die leitende Form, *Dryas octopetala*, fehlt zwar, dafür treffen wir aber eine ganze Reihe der typischen Begleiter. Es sind dies 1. eine geringe Anzahl arktisch-alpiner Stauden, vor allem Steinbrecharten (*Saxifraga oppositifolia*, *S. hirculus*, *S. aizoides*, 2. die für die Hochalpen und die Tundra so bezeichnenden Gletscher- oder Zwergweiden, vertreten durch 4 Arten (*Salix retusa* u. a.), 3. 5 verschiedene Moosarten, darunter 3 von glazialem Typus (*Hypnum sarmentosum*, *H. turgescens*, *H. trifarium*). Die übrigen Bestandteile der Flora treten so sehr zurück und sind so indifferent, daß sie für eine klimatische Bewertung nicht in Betracht kommen. Insgesamt erhalten wir ein Bild, das vollständig an die arktischen Tundren erinnert, und zwar in doppelter Hinsicht: sowohl durch die floristische Zusammen-

setzung als auch durch den Vegetationscharakter des ganzen Vereins: ein niedriger Pflanzenteppich, über den sich nur da und dort ein eng durcheinander geflochtenes Gewirr von Zwergsträuchern erhob, und der reichlich von Moosen durchwirkt war. Dazu kommt als weiteres, wichtiges Merkmal der Tundra das völlige Fehlen von Baumwuchs. In neuerer Zeit ist es geglückt, in Borna bei Leipzig eine viel reichhaltigere Glazialflora aufzudecken, in der C. A. Weber ca. 70 verschiedene Pflanzenarten nachgewiesen hat. Darunter befinden sich 12 arktisch-alpine, 4 arktische und 2 alpine Formen. Die übrigen Bestandteile sind fast ausschließlich in ihren klimatischen Ansprüchen sehr indifferent, so daß sie zweifellos in Gesellschaft mit den ausgesprochenen Glazialpflanzen leben konnten. Auch hier fehlen, trotz des Reichtums an Arten, Hindeutungen auf Baumvegetation; ein Stückchen Kiefernborke, das sich eingelagert fand, machte einen verschwemmten Eindruck, der Kiefernpollen kann aus sehr weiter Ferne zugeweht sein, und der Blütenstaub der Birke mag sehr wohl von der Zwergbirke (*Betula nana*) stammen, deren Blätter und Samen zu den häufigsten Resten der Dryasschichten zählen. Dafür werden auch hier die Bäume durch Zwergsträucher (*Salix polaris* u. a.) vertreten; die Physiognomie des Bestandes ist überhaupt dieselbe wie bei Deuben. Zusammenfassend sagt Weber: „Niedrige Jahrestemperatur, tiefe Winterkälte, die Sommertemperatur höher als jetzt in den verglichenen Gebieten der Arktis und der Hochalpen, niedriges Jahresmittel der Niederschläge und ungleichmäßige Verteilung dieser, Häufigkeit heftiger, ausdörrender Stürme: so etwa haben wir uns das Klima der glazialen Phase zu denken, in der die Mammutflora bei Borna lebte.“

Wir haben die beiden Fundstätten in Sachsen nur als willkürliche Beispiele herausgegriffen. Es wurde aber schon erwähnt, daß sie auch für Deutschland keineswegs vereinzelt sind; es sind eine ganze Menge gleichaltriger Diluvialflore bekannt, die das Bild keineswegs verändern, sondern nur ergänzen. Die eine oder die andere Glazialpflanze fehlt, zahlreiche neue treten hinzu, im übrigen bleibt der Vegetationscharakter derselbe, vor allem hinsichtlich des Mangels von Baumresten. Deshalb wurde mit Recht die Frage aufgeworfen, ob in dem ca. 300 km breiten Länderstreifen zwischen dem nördlichen und dem alpinen Gletscherrand überhaupt Waldbestände vorhanden waren oder ob die Tundravegetation allgemein das Landschaftsbild beherrschte. Nathorst hat sich auf Grund der Deubener Befunde für das letztere entschieden und nimmt an, daß höchstens da und dort Birkenbestände aufkamen. Etwas weiter im Osten, wo ja der Eisrand nach Norden zurückwich, werden wohl die Verhältnisse anders gelegen haben. Hier mag der Wald stellenweise erhalten geblieben sein, hier bot sich aber — besonders in den Regionen des Schwarzen Meeres — die Möglichkeit nach Süden auszubiegen.

Der Nathorst'schen Auffassung haben sich die meisten Botaniker angeschlossen. Es muß jedoch erwähnt werden, daß es nicht an entgegengesetzten Stimmen fehlt. Hier sind vor allem die Arbeiten *Brockmann-Jerosch* anzuführen. *Brockmann-Jerosch* vertritt den Standpunkt, daß die Vereisung überhaupt nicht auf Temperaturabnahme, sondern auf größeren Niederschlagsreichtum zurückzuführen sei. Europa soll ein ozeanisches Klima besessen haben, wie es heutzutage etwa in Patagonien herrscht. In solchen Klimlagen rücken Schnee- und Baumgrenze ganz nahe aneinander; der alpine Florengürtel schrumpft zu einem schmalen Streifen zusammen und die Gletscher dringen mitten in das Waldgebiet vor. Im Bereich der Endmoräne kann es zu einer vollständigen Durchmischung wärme- und kälteliebender Formen kommen. Ähnlich sollen die Verhältnisse während der maximalen Ausdehnung des Eises in Europa gewesen sein. Wir hätten danach in den Dryasfloren bloß eine schmale Randfacies, die durch die unmittelbare Nähe des Eises bedingt ist, und sofort daran anschließend eine üppige Waldvegetation mit Beständen von Eichen, Linde, Haselnüssen, Tannen usw.

Die Gründe, die *Brockmann-Jerosch* für seine Hypothese vorgebracht hat, sind durchaus nicht stichhaltig. Zunächst ist einmal gar nicht einzusehen, weshalb Europa damals ein so gänzlich ozeanisches Klima gehabt haben sollte, da doch die damalige Landkonfiguration eher nach der entgegengesetzten Richtung hätte wirken müssen, und die großen Eisflächen — nicht bloß einzelne vorstoßende Gletscherzungen wie in Patagonien! — sicher trocken kalte Winde schufen. Ferner ist das Alter der sogenannten glazialen Eichenwaldflora von Kaltbrunn, auf die *Brockmann-Jerosch* sich in erster Linie beruft, keineswegs sichergestellt. Auch die Tatsache, daß die Dryasflora häufig von einem Verein von Wasserpflanzen begleitet ist, der höhere Wärmeansprüche stellt, bietet keine Schwierigkeit. Denn an sich schon ist die mittlere Temperatur während der sommerlichen Vegetationsperiode im Wasser höher als in der Luft (*Wesenberg-Lund*), und dieser Vorsprung wird, worauf *Nathorst* mit Recht hinweist, in unseren Breiten ganz wesentlich verstärkt dadurch, daß hier die Strahlen unter einem viel steileren Winkel einfallen. Schließlich befinden sich gerade unter den in neuester Zeit entdeckten Fundstätten von Glazialpflanzen eine ganze Anzahl von solchen, die sicher sehr weit (zum Teil weit über 100 km) vom Eisrand entfernt waren. Das ist aber mit der Annahme einer schmalen Randfacies nicht vereinbar.

Wir gelangen somit zum Schluß, daß tatsächlich ganz Mitteleuropa von einer Kältewelle heimgesucht war, und daß damit die Bedingungen gegeben waren, die eine Ausbreitung glazialer Formen in der Ebene und eine Durchmischung des arktischen und des alpinen Florenelements ermöglichten. Von ganz besonderer Bedeutung ist

in dieser Hinsicht, daß eine große Menge von Arten, die als Relikte heutzutage in Deutschland nur ganz zerrissene Verbreitungsbezirke besitzen, während der Eiszeit auch an anderen Stellen vorhanden und zum Teil recht häufige Bestandteile der Dryasflora waren. Es sind dies — um nur ein paar Beispiele zu nennen — die Grünerle (*Alnus viridis*), die myrtenblättrige Weide (*Salix myrtilloides*), die Zwergbirke (*Betula nana*), die Krähenbeere (*Empetrum nigrum*), der Alpenknöterich (*Polygonum viviparum*), das Alpenwollgras (*Eriophorum alpinum*) und verschiedene glaziale Steinbrecharten (*Saxifraga hirculus*, *S. aizoides*, *S. oppositifolia*). Das sind meistens Formen, die heute sowohl in den Alpen als auch in der Arktis, zum Teil auch in asiatischen Hochgebirgen anzutreffen sind. Daneben birgt aber die Flora der Eiszeit auch verschiedene Arten, die gegenwärtig keine Zwischenstationen im Tieflande aufweisen, die also offenbar in der Postglazialzeit dort ausgestorben sind. Dies gilt insbesondere von der Mehrzahl der Leitformen, so von einigen Gletscherweiden (*Salix herbacea*, *S. arbuscula*, *S. retusa* und *S. reticulata*); ferner von der Alpenheide (*Azalea procumbens*) und der Silberwurz (*Dryas octopetala*). Zu diesen Formen gesellen sich einige weitere hinzu, die heutzutage auf den hohen Norden beschränkt sind, deren jetzige Verbreitung also keine Anhaltspunkte für ein ehemals weiteres Areal bietet. Es sind dies wiederum einige Weiden (*Salix polaris*, *S. Lapporum*), ferner der nordische Hahnenfuß (*Ranunculus hyperboreus*), die arktische Grasnelke (*Armeria arctica*) und zahlreiche Moose der Tundra. Die diluvialen Befunde haben also unsere Vermutungen in hohem Maße bestätigt.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Die Entwicklung der Brille V.

1. *G. Prausnitz*, Das Augenglas in Bildern der kirchlichen Kunst im XV. und XVI. Jahrhundert. Straßburg, J. H. Ed. Heitz, 1915, 42 S. gr. 8° mit 12 Lichtdrucktafeln. 180. Heft der Studien zur deutschen Kunstgeschichte.
2. *R. Greeff*, Kritische Betrachtungen über Funde von Brillengläsern und Lupen aus dem früheren Altertum. Zeitschrift für ophthalm. Optik 1916, 4, 142 bis 146. (18. X.)
3. *M. von Rohr*, Zur Entwicklung der Fernrohrbrille. Zweiter Nachtrag. Ebenda 1915/16, 3, 145 bis 153 (1. XII.); 161—163 (2. II.) mit 4 Textfiguren.
4. Derselbe, Die Entwicklung der Zielbrillen. Ebenda 1916, 4, 22—26 (1. IV.).
5. Derselbe, Über Bifokal- und andere Brillen zur Unterstützung des Altersauges. Ebenda 85—122 mit 67 Textfiguren. (1. VIII.)
6. Derselbe, Nachweise und Bemerkungen zur älteren Brillengeschichte. Ebenda 1917, 5, 1—12 (6. I.); 33—42 (1. III.) mit 2 Figuren.
7. Derselbe, Ueber die Entwicklung der Brille bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts. Central-Zeitung

für Optik und Mechanik 1916, 37, 211—12 (20. V.); 227—228 (1. VI.); 243—244 (10. VI.) mit 2 Textfiguren.

8. Derselbe, Ueber ältere Wandlungen in den Brillenformen. II. Gläser für astigmatische Augen. Klin. Monatsblätter 1916, 57 = (2) 22, 529—539 (Dez.-Heft) mit 1 Textfigur.

9. Derselbe, Zur Brillenherstellung vor 300 Jahren. Deutsche Optische Wochenschrift 1917, 2, 1—5 mit 1 Textfigur (7. I.).

Geht man auch diesmal wie in den früheren Zusammenstellungen von der Schrift aus, in der die ältesten Zeiten behandelt werden, so muß man mit 2. beginnen. Greeff stellt zunächst die Fälle von allen Linsen zusammen, die ihm aus der Literatur bekannt waren, und kommt dabei auf 7 Nummern, die er um einen weiteren Fall aus den Schliemannschen Ausgrabungen vermehrt. Die Linsen sind zum Teil aus Glas, zum Teil aus Bergkristall geschliffen; ihre Brennweite ist zu kurz, als daß er an eine Verwendung als Brillenglas glaubte, und auch den Gebrauch als Lupen hält er für unwahrscheinlich, da ein solcher durch keine Stelle aus dem Altertum belegt sei. Er hält diese Linsen in vielen Fällen für Schmuckstücke.

In der unter 1. aufgeführten Monographie beschäftigt sich G. Prausnitz mit dem Erscheinen des Augenglases in der kirchlichen Kunst des 15. und 16. Jahrhunderts und bringt außer der Wiedergabe mancher Darstellungen, die dem geschichtlich interessierten Brillenkundigen aus den Arbeiten von Rouyer, Pansier, Greeff, Heymann bekannt sind, auch andere, an diesen Stellen nicht aufgeführte bei. Er hebt hervor (8), daß die Brille damals hauptsächlich von niederländischen und reichsstädtischen Künstlern, seltener von Italienern und Spaniern (10) in ihren Kunstwerken angebracht worden sei. Das mag damit zusammenhängen, daß an den Sitzen der verschiedenen Maler (Flandern, Nürnberg, Augsburg, Oberitalien) in jener Zeit, soweit wir heute darüber unterrichtet sind, eine nicht unbeträchtliche Brillenherstellung betrieben wurde. In Spanien aber, woher das in der Brillenkunde bekannte, von Greco stammende Portrait des mit einer Fadenbrille ausgerüsteten Inquisitor-Generals de Guevara angeführt wird, herrschte im 16. und 17. Jahrhundert die für diese Zeit sehr merkwürdige Mode, dauernd Brillen zu tragen, von der uns auch der in 9. behandelte Sirturus berichtet. In 6. werden neben anderem die darüber bekannt gewordenen Aussagen zusammengetragen. Die älteren Brillenformen der Prausnitzschen Darstellung sind teils Nagel-, teils Klemmbrillen (siehe diese Zeitschrift, Jahrgang 1913, 677), auch kommt einmal ein Binocle vor.

Zu der in 9. behandelten Schrift ist nach 6. nachzutragen, daß hier anscheinend als Neuerung das System der Bezifferung nach der Brennweite auftritt, also nach einem zur Wirkung inversen Maß, während ungefähr um die gleiche Zeit, 1623, der spanische Brillenkundige *Daça de Valdes* bereits ein der Brechkraft ungefähr proportionales Maß zur Bezifferung benutzt zu haben scheint. Im übrigen beschäftigt sich die 6. Arbeit noch mit dem älteren Brillenglasmaterial, und zwar scheint der Bergkristall schon sehr früh, jedenfalls um 1585 herum, als Rohstoff verwandt worden zu sein. Zur Form und Durchbiegung der Brillengläser ergibt sich ein neuer Nachweis der Menisken für Paris und das Jahr 1645 sowie eine Weiterführung des Streites zwischen W. Jones und W. H. Wollaston diesmal im Jahr 1813. In dem Abschnitt über das Aus-

sehen der Klemmbrillen wird ein in 1. berührtes Thema weiter behandelt. Die älteren Formen scheinen auch in den westlichen Ländern lange in Leder gefaßt worden zu sein, während in Holland jedenfalls schon in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts die Klemmbrille in Metallfassung in ständigem Gebrauch war; in Deutschland verbreitete sie sich sicherlich nach 1710, ob schon früher, ist vorläufig noch nicht bekannt, wird aber dann in gewaltigen Mengen, freilich auch in mangelhafter Beschaffenheit, auf den Markt geworfen. Der Entwicklung der Brillenformen im 18. Jahrhundert wird Aufmerksamkeit geschenkt, namentlich den Schläfen- und Ohrenbrillen, die wahrscheinlich zu Anfang des 18. Jahrhunderts (siehe diese Zeitschrift, Jahrgang 1914, 617) in England erfunden, bald auch in Frankreich hergestellt wurden, in Deutschland anscheinend aber erst gegen Ausgang dieses Zeitraums in weitere Aufnahmen kamen. Das eigentlich für das Jahrhundert bezeichnende Augenglas ist aber das an einem Bande um den Hals getragene Einglas, das Fernglas der deutschen Optiker oder die Lorgnette der bevorzugten Schichten der Gesellschaft (siehe den laufenden Jahrgang dieser Zeitschrift, 5). Schließlich kann auch noch ein kurzer Abschnitt der Entwicklung der Binocles gewidmet werden, die möglicherweise schon in der Mitte des 18. Jahrhunderts von neuem entwickelt werden, aber erst gegen das Ende verschiedener in Aufnahme kommen.

Hier fügt sich bequem 3. an. Genauerer ließ sich über das holländische Handfernrohr ermitteln, das im 18. Jahrhundert so weite Verbreitung als Hilfsmittel myopischer und amblyopischer Augen gefunden hatte, und es wurden Versuche gemacht, die Entwicklung der offenbar im deutschen Sprachgebiet, wahrscheinlich in Wien, um den Anfang des 19. Jahrhunderts als Konkurrenzinstrument ausgebildeten *Stöpsellinse* zu erfassen, die später als Steinheilischer Konus bekannt geworden ist und allem Anscheine nach in Paris bis auf die neueste Zeit in Verbindung mit einem stenopäischen Loch verwandt wurde. Eine ziemlich vergessene Verbesserung der Stöpsellinse, ein Steinheilisches *panorthisches Monocle* ließ sich wiederfinden, und sodann konnte auf eine theoretisch wichtige Arbeit von F. Plehn und A. Gleichen aus neuester Zeit hingewiesen werden.

Auf das Ende des 17. Jahrhunderts zurück greift 7., wo zunächst die Brillengläser mit ungemein großem Augenabstande besprochen werden, wie sie R. Hooke und J. T. Desaguliers in sehr früher Zeit Myopen und Hyperopen empfohlen haben. Auch die Huygensische Taucherbrille vom Jahre 1703 verdient Erwähnung. Sonst ist aus dem 18. Jahrhundert die ständig wiederholte Klage zu bemerken, die optische Schriftsteller und die Vertreter des optischen Handwerks gegen die Konkurrenz der zu unglaublich niedrigen Preisen (siehe diese Zeitschrift, Jahrgang 1915, 663) arbeitenden Massenbetriebe erhoben. Im 19. Jahrhundert erscheinen dann endlich in Deutschland die korrigierenden Ohrenbrillen für Myopen, wofür der Dessauer Schulmann G. A. H. Vieth eine wichtige Quelle liefert; in theoretischer Hinsicht ist seine Arbeit sehr wohl neben der älteren Arbeit von W. Ch. Wells über das beidäugige Sehen durch Sammelbrillen aufzuführen.

Mehr Vorwürfe von Gegenwartsinteresse behandeln schließlich die Arbeiten 4, 5 und 8. Die Zielbrillen haben jetzt während der Kriegszeit eine besondere Bedeutung erlangt. Es lassen sich dabei zwei große Gruppen von Einrichtungen unterscheiden, bei der

älteren kam man mit mangelhaften Brillengläsern aus, benutzte sie aber nur längs ihrer Achse. Alle solche Einrichtungen verlangen eine besondere Schießbrille, und zwar hat man dafür zunächst die eigentümliche Lage des Auges beim Anschlag so behandelt, als käme dabei in der Helmholtzischen Bezeichnungsweise nur ein Erhebungswinkel vor, sodann hat man auch noch einen Seitenwendungswinkel berücksichtigt. Die neuere Gruppe sieht von einer besonderen Schießbrille ab, gibt dem Schützen aber ein Brillenglas mit großem Blickfelde, am besten ein punktuell abbildendes Brillenglas. Die kleine Arbeit führt hauptsächlich Schutzschriften, deutsche Gebrauchsmuster oder Patente, auf, die diese Erfindungsgedanken enthalten.

Zu der Arbeit 5 sind zweckmäßigerweise einige Vorbemerkungen zu machen. Da das normale Auge nach dem 45. Jahre alterssichtig zu werden pflegt und Akkommodationsbeschwerden spürt, so hat man schon seit längerer Zeit (etwa 150 Jahren) vorgeschlagen, dem Auge ein eigenartig zusammengesetztes Brillenglas vorzuschalten, das in seinem oberen Teile von schwacher oder verschwindender Wirkung das Sehen in die Ferne bei horizontaler Blickrichtung unterstützt, während es in seinem unteren Teile eine merklich stärkere Wirkung hat und dem Altersauge das Lesen und Arbeiten erleichtert, da ja für nahe Objekte der Blick gesenkt zu werden pflegt. Solche Brillengläser mit zwei Gebieten von verschiedener Brechkraft nennt man *Bifokalbrillengläser*. Die Entwicklung der Bifokalbrillen zu einem in der Praxis in weitem Umfange gebrauchten Hilfsmittel ist von keinem hohen Alter und in Deutschland sogar noch gar nicht sehr weit gediehen. Immerhin sehen die ersten hierher gehörigen unvollkommenen Versuche, so die Probierlinse des Mönchs *J. Zahn*, auf ein Alter von 230 Jahren zurück. Für die Brillen empfahl eine Doppellinse *Benjamin Franklin* im Jahre 1784, doch ist es sehr wohl möglich, daß sie der Londoner Optiker *S. Pierce* bereits 1760 herstellte, dem sie zunächst auch zugeschrieben wurde. Diese Bifokalgläser führten sich im Anfang des 19. Jahrhunderts ein wenig ein, doch erlahmte das Interesse bald, und auch die ganz ausgezeichnete Arbeit des Pianofortebauers *J. I. Hawkins* vom Jahre 1826 vermochte nicht, eine größere Anteilnahme der Benutzer herbeizuführen.

Handelt es sich hier stets um Stücke verschiedener Brillengläser, die durch die Fassung zusammengehalten wurden, so leitet das Vorgehen der Nantiser Firma *Moussier & Boulland* um die Mitte des vorigen Jahrhunderts einen neuen Abschnitt ein. Sie beabsichtigten, ein Bifokalglas aus einem Stück einzuführen, bei dem die verschiedenen Wirkungen durch Anschleifen verschiedener Flächen hervorgebracht worden waren. Dabei kamen in der Fläche auch Absätze oder Stufen vor, doch hatten sie sich eine besondere Art von Bifokallinsen schützen lassen, bei denen in eleganter Weise die Stufe vermieden war, indem sie den oben liegenden Fernteil des Bifokalglases klein gestalteten. Diese von dem Gewohnten abweichende Anlage wurde aber zunächst von den Käufern verworfen, und man mußte sich noch lange Jahre mit gekitteten oder geschliffenen Formen begnügen, die eine Stufe zeigten. Namentlich in Amerika wurde an der Verbesserung dieser Formen gearbeitet, während der hierher gehörige einzige frühzeitige Erfinder im deutschen Sprachgebiet, der Baseler Optiker *H. Strübin*, seine Ideen zu spät veröffentlichte. Mit der Zeit entwickelten sich zwei besondere Formen,

die alle andern mehr oder minder verdrängen werden, indem es sich bei ihnen um ein fest zusammenhängendes Stück handelt, das in der Haltbarkeit seiner Ausführung und beim Putzen keinen Unterschied gegenüber den gewöhnlichen Brillengläsern mit einer einzigen Brennweite zeigt. Das läßt sich entweder durch Schleifen erreichen, was zuerst dem Optiker *M. Bentzon* gelang; vor dem Kriege waren solche Gläser unter der Bezeichnung *Uni-Bifo-Luxe* bekannt. Oder man nimmt ein Schmelzverfahren zu Hilfe, wie es zuerst von dem amerikanischen Optiker *J. L. Borsch* ausgearbeitet wurde. Gläser dieser Art sind als *Kryptoks* bekannt geworden. Weitere Hilfsmittel zu dem gleichen Zweck, die sich in der besprochenen Arbeit noch finden, sollen hier nicht behandelt werden, weil sie keine allgemeine Bedeutung haben.

Die Arbeit 8. gibt schließlich einige Auskunft über die heute so außerordentlich wichtigen astigmatischen Gläser. Gelegentliche Versuche mit einfachen, meistens zylindrischen Formen sind schon seit dem Jahre 1813 gemacht worden, ohne daß doch von der Seite der Augenärzte mit ihrer Verordnung Ernst gemacht wurde. Dies geschah erst um den Beginn der 60er Jahre von *Knapp* und *Donders*, doch dauerte es merkwürdigerweise bis zum Jahre 1870, ehe sich die deutschen Brillenfabriken mit der Herstellung auch nur von Zylindergläsern abgaben. In Paris war man offenbar in dieser Hinsicht viel rühriger gewesen, und dort begann schon 1877 der Optiker *G. Poullain* die Herstellung bereits von torischen Gläsern, die er abändernd und versuchend noch nach 10 Jahren betrieb. Inzwischen — 1885 — waren ihm aber die Amerikaner nachgekommen, bei denen der Optiker *Borsch* die Fabrikation torischer Brillengläser anscheinend in größerem Maßstabe seit 1885 aufgenommen hatte. In Deutschland hat man um diese Zeit nur von den ganz vereinzelt Versuchen des Straßburger Ophthalmologen *J. Stilling* um 1880 zu sprechen, und es ist erst das Vorgehen in Amerika und Paris, das den Berner Ophthalmologen *E. Pflüger* 1892 seinen Einfluß auf den bereits erwähnten Baseler Optiker *H. Strübin* in dieser Hinsicht ausüben läßt. Dieser brachte tatsächlich auch vom nächsten Jahre ab solche sphäro-torischen Gläser in den Handel.

M. von Rohr, Jena.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft. (Berliner Zweigverein.)

Die Schneedecke in Norddeutschland nach G. Lachmann. Windänderungen mit der Höhe und Turbulenz.

Nach Vorlage von Jahres- und Kassenbericht des Vereins sprach Herr Prof. *Schwalbe* über eine von dem verstorbenen Prof. *Lachmann* hinterlassene und von dem Vortragenden vollendete Arbeit über die Schneeverhältnisse Norddeutschlands. Einleitend wurde auf die Schwierigkeiten einer solchen Verarbeitung infolge örtlicher Verschiedenheiten (Wald, Wind, Großstadt) hingewiesen; z. B. zählt man in Berlin nur 80 % der Tage mit Schneedecke, welche die Umgebung hat. Die Zahl der Tage mit Schneedecke steigt von Westen (jährlich 20 an der Nordsee) zunächst nur langsam nach Osten bis zur Weichsel an, dann rascher weiter östlich bis zu 108 Tagen in Masuren. Nach Besprechung der mittleren Maximal-Schneehöhe — an der Nordseeküste unter 10 cm, im Nordosten bis 30 cm — und der Zwischenzeit zwischen der ersten und letzten Schnee-

decke des Winters wurden die Gebirgsverhältnisse, namentlich die der Sudeten erörtert. Hier nimmt die Zahl der Schneedeckentage auf 100 m Erhebung durchschnittlich um 10 zu und die Zeit zwischen erster und letzter Schneedecke von rd. 100 Tagen am Fuße des Gebirges bis 240 Tage auf den höchsten Erhebungen. Die Schneekuppe hat eine mittlere maximale Schneehöhe von 130 cm und eine absolute Maximalhöhe von 254 cm Schnee. Viel schneller als im Osten nimmt die Schneedecke im Westen mit der Höhe zu, nämlich im Rheinland um 17 Tage für je 100 m Erhebung. Es hängt dies mit der Niederschlags- und Temperaturverteilung zusammen. Desgleichen macht sich eine Verschiedenheit von Luv- und Leeseite der Gebirge geltend; auf der Luvseite ist nicht nur die Jahressumme der Niederschläge größer, sondern auch die Zahl der Tage mit Schneedecke. Hinsichtlich der jährlichen Periode der Schneedecke steht der Februar wenig hinter dem Januar zurück. Mit Ausnahme des im Februar schon verhältnismäßig warmen Südwestens hat der Februar mehr Schneedecke als der Dezember und der März mehr als der November.

Den zweiten Vortrag des Abends hielt Herr Dr. *Barkow* über Windänderungen mit der Höhe und Turbulenz. Ausgehend von den neueren Ergebnissen über Windänderung mit der Höhe, welche Messungen an den Funktürmen in Nauen und Eilvese geliefert haben, wurde darauf hingewiesen, daß zur Erklärung dieser Ergebnisse vor allem der vertikale Luftaustausch und die damit zusammenhängende Turbulenz der Luft heranzuziehen ist. *Barkow* hat schon früher den Begriff des Turbulenzelements (Periodendauer der Luftunruhe mal Windgeschwindigkeit) bei diesen Betrachtungen gebraucht. Außer dieser linearen Größe führte er nun, in Analogie mit Vorstellungen aus der kinetischen Gastheorie, den abstrakten räumlichen Begriff des „Turbulenzkörpers“ ein, welcher die Größe der Bewegung in horizontaler und vertikaler Richtung charakterisiert. Sind beide Bewegungen gleich, so ist der Turbulenzkörper eine Kugel; wird der vertikale Temperaturgradient geringer, so plattet sich der Turbulenzkörper ab. Haben benachbarte Luftschichten verschiedene Geschwindigkeit, so durchdringen sich die Turbulenzkörper, und es äußert sich dies in der Änderung des Reibungskoeffizienten der Luft. Die weiteren Betrachtungen lehren: je größer der Temperaturgradient ist, desto größer wird die Reibung, und um so stärker werden Unterschiede der Windgeschwindigkeiten ausgeglichen. Dies stimmt überein sowohl mit früheren Ableitungen von *Åkerblom* und von *Hesselberg* und *Sverdrup*, als auch mit eigenen Ermittlungen des Vortragenden über vertikale Änderung von Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei Drachenaufstiegen in der Antarktis. In bodennahen Schichten verringert sich der Reibungskoeffizient infolge von Zersplitterung der Turbulenzkörper. Da die Windverteilung mit der Höhe in sehr wesentlichen Punkten nur eine Folge der vertikalen Temperaturverteilung ist, so empfiehlt der Vortragende thermoelektrische Messungen der Temperaturdifferenzen, wie sie von ihm bereits mehrfach am Potsdamer Meteorologischen Observatorium ausgeführt worden sind. Eine Erweiterung dieser Methode auf die freie Atmosphäre wurde als wünschenswert bezeichnet.

R. Süring.

Physikalische und technische Mitteilungen.

Über die Wahrnehmbarkeit kurzer Lichtsignale haben *A. Blondel* und *J. Rey* Versuche angestellt. Aus der Tatsache, daß man Verstärkungen einer Lichtquelle nur wahrnimmt, wenn sie eine bestimmte Zeit überdauern, hat man die Folgerung gezogen, daß die von einer intermittierenden Lichtquelle ausgesandten Signale unwirksam seien, wenn sie nicht wenigstens die Dauer von 0,2 bis 0,3 Sekunden hätten. Um diese für die Einrichtung der Leuchtfeuer wichtige Frage zu entscheiden, wurde folgender Apparat gebaut: In die Mitte eines vertikalen Metallzylinders, den man mit Hilfe eines Elektromotors mit verschiedener Geschwindigkeit um seine Achse drehen konnte, wurde eine Glühlampe mit einfachem vertikalen Faden gesetzt. Auf dem Mantel des Zylinders war eine Anzahl von Fenstern gleichmäßig verteilt und in diese Fenster konnten zylindrische Linsen eingesetzt werden, die parallel dem Lichtfaden der Glühlampe waren und verschiedene Krümmungen besaßen. Je nach der Krümmung wurde also die durch jedes der Fenster austretende gleiche Lichtmenge auf einen weiten Raum verteilt und geschwächt oder in einem engen Gebiet zusammengehalten und seine Wirkung verstärkt. Die bei der Drehung des Zylinders in bestimmten Zeiträumen ausgesandten Lichtblitze wurden durch einen Schottischen Rauchglaskeil abgeschwächt und durch eine Blende beobachtet. Die Dauer, für welche die Lichtblitze zur Beobachtung kamen, konnte auf solche Weise zwischen $\frac{1}{200}$ und 2 Sekunden abgeändert werden. Dabei war der Lichtstrom für alle Lichtblitze der gleiche und es zeigte sich, daß die scheinbare Intensität zunahm, je kürzer die Dauer der Lichtblitze war. Die kurzen Lichtblitze waren den langen mit dem gleichen Lichtstrom weit an Wirksamkeit überlegen. Die Lichtblitze von 0,5 Sekunden Dauer erregten denselben Eindruck einer nur augenblicklichen Wirkung wie die Lichtblitze von kürzerer Dauer; nur bei länger dauernden Lichtblitzen von 1 Sekunde und mehr war eine Empfindung von Dauerwirkung wahrnehmbar, besonders wenn die Intensität merklich über die Empfindungsschwelle hinausging. In der Nähe der Empfindungsschwelle wurde kein Unterschied hinsichtlich der Dauer empfunden zwischen den Lichtblitzen von $\frac{1}{200}$ Sekunden und denen von 0,5 Sekunden. Innerhalb dieser Grenzen bietet es also keinen Vorteil, die Dauer der Lichtblitze zu verlängern. Diese im Laboratorium angestellten Versuche wurden im Freien mit Leuchtapparaten der Praxis wiederholt. Dazu diente eine Osramlampe von 2700 Kerzenstärke, deren Faden zu einer Spirale von 2 mm Durchmesser und 180 mm Länge gewickelt war, und zweitens eine Glühlampe, die mit Petroleumdampf gespeist wurde und 2500 bis 2900 Kerzen lieferte. Die Apparate wurden auf einem Turm der Avenue de Suffren in Paris aufgestellt und aus einer Entfernung von 7 km von dem Monument von Chatillon aus beobachtet. Dabei ging man mit der Dauer der Lichtblitze bis auf $\frac{1}{10}$ Sekunde herab, und hier ergab sich wiederum, daß die Ausnutzung einer Lichtquelle, die in einem rotierenden Apparat in regelmäßigen Zwischenzeiten Lichtbilder aussenden soll, um so günstiger ist, je mehr man die Dauer der Lichtblitze abkürzt, wenigstens bis zu $\frac{1}{10}$ Sekunde. Der Gewinn an scheinbarer Lichtintensität ist dabei sehr beträchtlich. Die Benutzung elektrisch glühender Fäden macht es leicht, die Dauer der Lichtblitze nach Belieben abzukürzen. Die Anordnung mehrerer Fäden nebeneinander gestattet eine größere Lichtstärke zu er-

zielen als mit dem Petroleumglühlicht, wie es für Schiffahrtszwecke üblich ist. Bei gleichem Verbrauch von Petroleum kann man Leuchtfeuer von weit größerer Reichweite erhalten, wenn man das Petroleum in einem Motor benutzt, der eine Dynamomaschine antreibt und so eine Wolframglühlampe leuchten läßt, als wenn dasselbe Petroleum zum Brennen einer Glühlampe unmittelbar verwandt wird (*C. R.* 162, 587 und 861, 1916).

M.

Die Härteprüfung mittels des Kugeldruckverfahrens wird, wie A. Portevin gefunden hat, durch *Anisotropie der Metalle* beeinflusst. Die Härteprüfung mittels des Kugeldruckverfahrens, auch Brinellverfahren genannt, besteht darin, daß man auf das zu prüfende Metall oder Legierung eine Stahlkugel legt und sie belastet. Auf diese wird ein kreisförmiger Eindruck in dem Metall erzeugt. Der Bruch Belastung der Kugel in kg — ist dann die Härtezahl Fläche des Eindruckes in mm des Metalles. Sie ist unabhängig von dem Durchmesser der Kugel, steigt aber etwas mit der Belastung an. Den Kugeldurchmesser wählt man gewöhnlich zu 10 mm, die Belastung richtet sich nach der Härte des Metalles und beträgt in der Regel 100 bis 500 kg. Dies Verfahren hat zur Voraussetzung, daß die auf ihre Härte zu prüfenden Metalle und Legierungen aus kleinen Kristallen bestehen und deswegen in allen Richtungen die gleichen mechanischen Eigenschaften besitzen. Bei grobkörnigen Metallen ist dies nicht mehr zutreffend, und wenn man es einrichtet, daß bei dem Versuche mit dem Kugeldruckverfahren nur ein einziges Korn getroffen wird, so erhält man keinen kreisförmigen Eindruck, sondern einen Eindruck von der Gestalt eines Quadrates mit abgerundeten Ecken, das zwei kleine Durchmesser besitzt und zwei größere, welche die Winkel zwischen den kleinen Durchmessern halbieren. So waren bei einer Legierung von Kupfer mit $\frac{1}{2}$ % Vanadin die kleinen Durchmesser des Kugeleindruckes gleich 3,35 mm und die großen 3,69 mm. Ebenso waren bei einer Legierung mit 2,16 Teilen Kupfer auf 1000 Teile Aluminium die großen Durchmesser des Eindruckes um $\frac{1}{10}$ größer als die kleinen. Macht man auf demselben Querschnitte eines Metallkornes mehrere Eindrücke, so sind sie sämtlich einander gleich und parallel. In gleicher Weise erhält man unregelmäßige Eindrücke mit dem Kugeldruckverfahren, wenn man den Metallen künstlich eine in irgend einer Weise regelmäßige Struktur gibt, die ihre mechanischen Eigenschaften in verschiedenen Richtungen verschieden gestaltet. Dies geschieht z. B. beim Gießen von Metallen in eine Kockille. Dabei bilden sich an der Oberfläche des Barrens langgestreckte Kristalle aus, die senkrecht zur Oberfläche gerichtet sind, so daß sich eine basaltartige Struktur ausbildet. An solchen Stellen zeigt das Metall dann gleichfalls Unregelmäßigkeiten bei der Härteprüfung nach dem Kugeldruckverfahren (*C. R.* 160, 344, 1915).

M.

Für die **Lichtstärke der Hefnerlampe** stellten Liebenthal sowie Butterfield, Haldane und Trotter zwei Formeln auf, die hinsichtlich des Einflusses der gewöhnlichen **Luftdruckschwankungen** auf die Lichtstärke erhebliche Abweichungen aufweisen. Aus diesem Grunde hat E. Ott auf Anregung der Internationalen Lichtmeßkommission die diesbezüglichen Versuche wiederholt, und zwar in recht verschiedener Höhenlage. Die Messungen wurden auf dem Jungfraujoch (3450 m ü. M., b = 500 mm), auf

der Kleinen Scheidegg (2067 m ü. M., b = 590 mm), in Lauterbrunnen (800 m ü. M., b = 695 mm), im Gaswerk Zürich-Schlieren (400 m ü. M., b = 727 mm) und schließlich in der Kaligrube „Alex“ bei Bollweiler i. E. (400 m unter M., b = 800 mm) durchgeführt. Die verschiedene Zusammensetzung der Luft, die wechselnde Raumtemperatur und noch andere Umstände, die bei diesen sehr mühseligen Messungen mit in Kauf genommen werden mußten, beeinflussten jedoch das Ergebnis so stark, daß eine nochmalige Nachprüfung, und zwar an einer und derselben Stelle und bei möglichst gleicher Luftzusammensetzung, erforderlich wurde. Hierzu bediente sich Verfasser eines aufrecht stehenden Eisenbehälters von 1,80 m Durchmesser und 6,20 m Höhe, der als Druckkammer ausgebildet wurde. Mittels einer Luftpumpe konnte in diesem Behälter leicht ein Unter- oder Überdruck von je 100 mm Hg hergestellt werden, ferner wurden die Messungen auch noch bei Atmosphärendruck ausgeführt; in allen drei Fällen betrug die Temperatur 20–23° C. Der Pumpe wurde stets reine Außenluft zugeführt, sie wurde auch bei den Versuchen unter Atmosphärendruck in Gang gehalten. Wegen der Einzelheiten der Apparatur muß auf die Skizze im Original verwiesen werden. Die Versuchsergebnisse sind folgende: Die Abnahme der Lichtstärke der Hefnerlampe beträgt bei Verminderung des Luftdruckes um 99 mm Hg im praktisch wichtigsten Intervall von 816 auf 717 mm Hg nur 1,1%, so daß der den Luftdruck berücksichtigende Teil der Liebenthalschen Formel der Wirklichkeit entspricht. Dagegen wurde bei der Änderung des Luftdruckes von 717 auf 615 mm Hg eine Abnahme der Lichtstärke um 6,89% gefunden, somit erheblich mehr, als von Liebenthal in der pneumatischen Wanne gefunden wurde. Bezüglich des Einflusses von Kohlensäure und Wasserdampf auf die Änderung der Lichtstärke zeigte sich, daß die Herkunft der Kohlensäure (zugesetzte CO₂ oder Verbrennungskohlensäure) hierbei eine Rolle spielt, insofern als die Lichtstärke durch die Sauerstoffverminderung in der Luft bzw. durch eine Änderung des Verhältnisses O₂ : N₂ erheblich beeinflusst wird. Dagegen ist die Änderung des Wasserdampfgehaltes der Luft nur von geringem Einfluß auf die Lichtstärke. Die Versuche zeigten, daß in der Liebenthalschen Formel der Faktor für den Kohlensäuregehalt jedenfalls viel zu klein ist, da die Praxis vornehmlich mit Atmungs- und Verbrennungskohlensäure rechnen muß, falls in schlecht ventilierten Räumen gearbeitet wird. Verfasser hat die Liebenthalsche Formel auf Grund seiner Versuche entsprechend geändert; sie lautet:

$$y = 1,049 - 0,0062 x - 0,033 (x' - 0,75) + 0,000 11 (b - 760).$$

Hierin bedeutet x das Volumen (in l), den der in 1 cbm trockner und kohlensäurefreier Luft enthaltene Wasserdampf bei gleicher Temperatur und gleichem Druck einnehmen würde, x' das Volumen der Kohlensäure der Luft unter denselben Bedingungen, b den Luftdruck zwischen 816 bis 717 mm Hg. (*Journ. f. Gasbel.* Bd. 58, S. 749–753.) S.

Über die Zersetzung des Kalkstickstoffs infolge von Wasserbeimengung haben G. Hager und J. Kern Versuche angestellt, worüber sie in der Zeitschr. für angew. Chem. 1916, I, S. 221–223 berichten. Sie vermischten je 100 g Kalkstickstoff mit 5, 10, 15, 25 und 50 g Wasser, füllten das Gemisch in luftdicht verschlossene Flaschen und untersuchten den Kalkstickstoff nach Verlauf mehrerer Monate. Dabei zeigte sich, daß die Beschaffenheit des Kalkstickstoffs, je größer

der Wasserzusatz war, um so schlechter wurde. Namentlich der Gehalt an dem für die Pflanzen schädlichen Dicyandiamid, der in dem frischen Produkt nur 0,48 % betrug, erfuhr eine bedenkliche Zunahme, die bei dem Versuch mit 50 % Wasserzusatz über 9 % erreichte; Hand in Hand hiermit geht eine Verminderung des Cyanamidstickstoffs. Die Versuche ergeben, daß es sehr bedenklich ist, einmal feucht gewordenen Kalkstickstoff nach längerem Lagern zum Düngen zu verwenden. Ebenso ist bei der Verwendung von Wasser zur Herstellung eines gekörnten Produktes, wie dies seit einiger Zeit geschieht, Vorsicht geboten. Die Verfasser weisen darauf hin, daß es nicht angängig ist, sich bei wissenschaftlichen Düngungsversuchen mit der Bestimmung des Gesamtstickstoffs und des wasserlöslichen Stickstoffs zu begnügen, daß vielmehr eine eingehende Analyse des verwendeten Kalkstickstoffs erforderlich ist; dies gilt ganz besonders für gelagerte Produkte. S.

Die gewöhnlich bei physiologischen Reizversuchen verwendeten Induktionsapparate leiden an dem Übelstande, daß bei schneller Folge die Ströme wegen längerer Dauer durch Selbstinduktion übereinanderfallen, abgesehen davon, daß auch Öffnungs- und Schließungsinduktionsströme in ihrem Verlaufe ungleich sind. Vermehrt man die Zahl der Unterbrechungen bei gleicher Stärke des primären Stromes, so gelangt man wegen der beträchtlichen Induktion der beiden Leiter auf sich selbst und aufeinander bald zu einer Grenze, bei der der Primärstrom nicht mehr seine volle Höhe erreicht. Diese Nachteile erscheinen bei dem kürzlich von J. Bernstein (*Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.* Bd. 164, 198, 1916) angegebenen sog. **linearen Induktorium** vermieden, welches wegen seiner eigenartigen Konstruktion und der Art und Weise, wie die Abstufung der Stärke der Induktionsströme geschieht, besondere Beachtung verdient. Bernstein verzichtet auf die gewöhnliche Anordnung des primären und sekundären Leiters in Drahtspulen, sondern führt die 50 m langen, gleich starken isolierten primären und sekundären Drähte dicht nebeneinander im Zickzack in einer Ebene auf einem Brette hin und her, so daß die Selbstinduktion auf ein Minimum reduziert ist. Während nun bei den früheren Induktorien die Stärke der induzierten Ströme durch Änderung der gegenseitigen Lage der primären und sekundären Spule variiert wurde, geschieht dies bei dem linearen Induktorium dadurch, daß der sekundäre Draht mit einer Reihe entsprechend angebrachter Kontakte leitend verbunden ist, die eine Ableitung beliebiger Längen desselben gestatten. Das Induktionspotential muß dann natürlich proportional den abgeleiteten Drahtlängen sein. Die Dauer der so erzeugten Induktionsströme ist so kurz, daß dieselben auch bei sehr hohen Unterbrechungsfrequenzen nicht übereinanderfallen. Auch die Schließungs- und Öffnungsschläge haben wegen der sehr geringen Induktion im primären Draht bei Stromschluß fast den gleichen Verlauf. Dieses Induktorium dürfte für solche physiologische Untersuchungen, bei denen es sich um eine genaue, quantitative Abstufung der Reizstärke handelt, von großer Bedeutung und guter Verwendbarkeit sein. J. M.

Die von der Deutschen Seewarte in Hamburg und dem Dänischen Institute in Kopenhagen herausgegebenen täglichen synoptischen Wetterkarten des nördlichen Atlantischen Ozeans, die sich zumeist auf Schiffsbeobachtungen stützen, bieten ein ausgezeichnetes Material für die Untersuchung der unperiodischen Druckände-

rungen im Gebiete des nordatlantischen Ozeans und Europas, von denen bekanntlich die **Witterungsverhältnisse längerer Zeiträume in Europa** in erster Linie abhängen. Bevor jedoch an eine eingehende diesbezügliche Untersuchung geschritten werden konnte, war die Kenntnis der mittleren Luftdruckverhältnisse über dem nordatlantischen Ozean und den angrenzenden Ländern eine selbstverständliche Voraussetzung. Defant veröffentlicht *neue* Monatskarten der Luftdruckverteilung über dem nordatlantischen Ozean und den angrenzenden Ländern auf Grund der Beobachtungen der 25-jährigen Periode 1881 bis 1905; ferner eine eingehende Untersuchung über den jährlichen Gang der Luftdruckmittel, über die mittlere Veränderlichkeit der Monatswerte des Luftdrucks, sowie über die wahrscheinlichen Fehler derselben und über ihren Einfluß auf die Genauigkeit der Luftdruckverteilung im betrachteten Gebiet. (Defant, A., Die Verteilung des Luftdrucks über dem nordatlantischen Ozean und den anliegenden Teilen der Kontinente¹⁾.)

Neben der praktischen Wichtigkeit, welche die Kenntnis der mittleren Luftdruckverteilung über ein Gebiet, das ein Drittel des Erdumfanges umfaßt, bietet, dient die Abhandlung auch als Grundlage für folgende Untersuchungen über die unperiodischen Änderungen der Luftdruckverteilung über dem Atlantischen Ozean, die in enger Beziehung zu den Schwankungen der allgemeinen Zirkulation in diesen Teilen der Erde stehen. Autoreferat.

Untersuchungen über die elektrische Leitfähigkeit des Bergkristalls. (Richard Ambrohn, Nova Acta. Abh. d. Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Bd. 101. Mit 6 Fig. und 9 Tafeln.) Der Titel der Arbeit könnte bei einem dem Gegenstande fernstehenden Leser Befremden erregen, da doch der Bergkristall zu dem vorzüglichsten Isoliermaterial gerechnet wird. In der Tat ist seine elektrische Leitfähigkeit bei gewöhnlicher Temperatur äußerst gering. Mit wachsender Temperatur steigt sie aber zu meßbaren Beträgen an. Ähnlich verhalten sich bekanntlich Glasflüsse beliebiger Zusammensetzung. Aus den Untersuchungen Warburgs und Tegetmeiers ist das Wesen dieser Erscheinung in der Hauptsache bekannt. Die elektrische Leitfähigkeit ist eine elektrolytische, durch Na-Ionen vermittelte, sowohl für die Glasarten wie für den Bergkristall.

Bei Anwendung einer Anode aus Natriumamalgam läßt sich ein konstanter Strom durch beide Arten von Stoffen hindurchschicken, indem das Natrium in seinen Ionen hierbei die Rolle des Elektrizitätsträgers spielt; auch Lithiumamalgam erwies sich als brauchbar, nur wurde bei seiner Anwendung der Natriumgehalt des Materials allmählich durch einwanderndes Lithium ersetzt.

Richard Ambrohn hat die elektrische Leitfähigkeit des Bergkristalls in einer äußerst sorgfältigen, geradezu mustergültigen Untersuchung bei verschiedenen Temperaturen festgestellt und die Funktionen ermittelt, die die Leitfähigkeit mit der Temperatur verknüpft. Es kam dabei zunächst darauf an, für die Stromzuführung zu der zu untersuchenden Kristallplatte völlig sichere Kontakte zu haben. Dies Ziel wurde dadurch erreicht, daß der Platte beiderseits ein zusammenhängender Spiegel von Platin eingebrannt war, gegen den die Zuleitungen des Stromes dann gepreßt wurden.

¹⁾ Denkschriften der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien; math.-naturw. Kl., 93. Band, 1916 (mit 13 Tafeln und 10 Textfiguren).

Ein besonderer, mechanisch gut konstruierter Einspannapparat hielt die Platte in einem elektrischen Ofen fest, ihre Temperatur wurde durch geeichte Thermoelemente bestimmt. Da ferner der scheinbare Widerstand des Kristalls bei Stromdurchgang einerseits durch Polarisationserscheinungen sehr stark zunahm, andererseits durch Beeinflussung der Konzentration der Na-Ionen — besonders bei Anwendung starker Ströme — sich änderte, so wurde alternierender Strom von kleinen Spannungen (wenigen Volt) angewendet. Zu seiner Herstellung diente ein für die Zwecke gebauter, sicher arbeitender Alternator. Der durch den Kristall fließende Strom wurde vor seinem Eintritt in den Alternator mit Hilfe eines Drehspulgalvanometers gemessen, so daß in diesem Instrumente Gleichstrom floß, in dem Kristall dagegen alternierender Strom.

Die Ergebnisse der Beobachtungen zeigten die starke Abhängigkeit des Widerstandes der Kristallplatte von der kristallographischen Orientierung und von der Temperatur. Die erstere Tatsache ließ sich allein durch die Annahme erklären, daß die den Stromdurchgang vermittelnden Na-Ionen sich ausschließlich nur parallel der Hauptachse des Kristalls bewegen können. Der Kristall kann also aufgefaßt werden als ein System von Röhren parallel dieser Achse, innerhalb welcher die sehr beweglichen Ionen sich verschieben. Senkrecht zur Achse findet danach überhaupt keine elektrolytische Leitung statt. Die Temperaturfunktion für den Widerstand ergab sich als von der Form

$$W = A' \cdot 2^{\theta - C}$$

Hieraus würde folgen, daß für eine bestimmte Temperatur $\theta = C$ der Widerstand unendlich groß wird. *Ambrohn* erhielt als Gegenwert $\theta = -48^\circ \text{C}$. Bei dieser Temperatur würde das elektrolytische Leistungsvermögen des Bergkristalls parallel der Achse vollständig verschwinden. Der Gedanke liegt nahe, daß in diesem Falle die genannten Röhren zu eng werden, als daß die Na-Ionen noch hindurchschlüpfen könnten.

Andererseits kann man auch annehmen, daß außerhalb dieser Temperaturgrenze die thermische Agitation der in dem Kristall verteilten Na-Ionen so klein wird, daß sie nicht mehr aus dem Anziehungsbereich eines Quarzmoleküles in den des (in der Stromrichtung) nächsten gelangen können.

Die starke Polarisation im Bergkristall, die die an flüssigen Elektrolyten beobachtete um das Mehrfache übertreffen kann, ließ sich in völlig befriedigender Weise noch nicht aufklären.

Karl Bergwitz, Braunschweig.

Photographische Untersuchung der Intensitätsverteilung in Sternspektren. (*Hans Rosenberg, Nova Acta. Abh. der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Bd. 101, Nr. 2, S. 69—175. Mit 20 Tafeln.*) Die umfangreiche Untersuchung des Verf. enthält die Beobachtungsergebnisse der in den Jahren 1907 bis 1909 an der Göttinger Sternwarte gewonnenen spektralphotometrischen Messungen. Die Grundlage für diese Messungen stellten ausschließlich photographische Aufnahmen der Sternspektren und des Sonnenspektrums dar. Das Programm umfaßte außer der Sonne sämtliche Sterne des nördlichen Himmels bis zur dritten Größenklasse einschließlich, sowie einige ausgewählte Sterne südlicher Deklination.

Die Aufgabe, die sich der Verfasser gestellt hatte, bestand:

1. In der photometrischen Vergleichung der Sonne und einer größeren Anzahl Fixsterne mit geeignet zu wählenden Normalsternen an möglichst zahlreichen Wellenlängen.
2. In einer Vergleichung der Energieverteilung in den Sternspektren mit der Planckschen Strahlungsformel und der Ableitung effektiver Sterntemperaturen unter Zugrundelegung eines durchschnittlichen Wertes für die Sonnentemperatur.
3. In einer Zusammenstellung und Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Spektraltypus und Temperatur.

E. Freundlich, Neubabelsberg.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

15. Februar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

1. Herr *Beckmann* sprach über *Kryoskopie und Allotropie des Schwefels*. In Fortsetzung der 1913 erörterten Versuche (vgl. diese Berichte 1913, S. 886) hat sich ergeben, daß die Schmelzpunktsdepression des gewöhnlichen Schwefels quantitativ durch die Entstehung der Modifikation S_8 erklärt werden kann, welche vermutlich mit S_{π} von *Aten* und dem früheren Schwefel von *Magnus* übereinstimmt. Für Schwefelengel bestätigt sich das Molekül S_8 .

2. Das auswärtige Mitglied der Akademie Herr *Schuchardt* in Graz übersandte eine Mitteilung: *Zu den romanischen Benennungen der Milz*. Nach Anführung einiger methodologisch interessanter Beispiele der Benennung von Körperteilen in verschiedenen Sprachen werden die wichtigeren Bezeichnungen der Milz im Romanischen besprochen.

22. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

1. Herr *Hellmann* sprach „über die Bewegung der Luft in den untersten Schichten der Atmosphäre“

(II. Mitteilung). Aus Messungen der Windgeschwindigkeit in fünf verschiedenen Höhen bis zu 258 m über dem Boden wird das Gesetz abgeleitet, daß die Windgeschwindigkeiten in verschiedenen Höhen sich zueinander verhalten wie die fünften Wurzeln aus diesen Höhen. In 512 m Höhe ist die Geschwindigkeit doppelt so groß als in 16 m. Die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit mit einem Maximum am Nachmittag reicht im Winter nur bis zur Höhe von rund 60 m über dem Erdboden, darüber herrscht der umgekehrte Typus mit einem Maximum in der Nacht. Im Sommer liegt die neutrale Zwischenzone erheblich höher, wahrscheinlich bei 300 m.

2. Herr *Hellmann* sprach sodann „über die angebliche Zunahme der Blitzgefahr“. Die seit 1869 oft wiederholte Behauptung von der Zunahme der Blitzgefahr bestätigt sich nicht. Weder die Zahl der Gewitter noch die der vom Blitz getöteten Personen hat zugenommen.

3. Herr *Struve* legte eine Abhandlung der Herren Prof. Dr. *Paul Guthnick* und Dr. *Richard Prager* in Berlin-Babelsberg vor: „Untersuchung des Lichtwechsels von β Lyrae auf Grund lichtelektrischer Messungen“. (Ersch. später.) Die vorliegende Beobachtungsreihe von β Lyrae, welche während der Jahre 1913—1916 am 12zölligen Refraktor der Babelsberger Sternwarte ausgeführt worden ist, läßt die hohe Ge-

naugigkeit photometrischer Messungen mit lichtelektrischen Zellen erkennen und bildet eine wertvolle Grundlage zu weiteren Untersuchungen über den Lichtwechsel dieses interessanten spektroskopischen Doppelsterns.

8. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

1. Herr Brauer las *Über Doppelbildungen des Skorpions (Euscorpius carpathicus L.)*. Verfasser beschrieb verschiedene Typen von Doppelbildungen des Skorpions, die sich in ihrem Bau eng an die bei Wirbeltieren beobachteten anschließen, und erklärte ihre Entstehung aus einer früheren Sonderung der Furchungszellen.

2. Herr Frobenius legte eine Arbeit des Herrn Prof. Dr. Hermann Weyl in Zürich vor: *Über die Starrheit der Eiflächen und konvexen Polyeder*. (Ersch. später.) Der Verfasser vereinfacht den Beweis für den Satz, daß sich eine geschlossene konvexe Fläche nicht verbiegen läßt.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

3. März. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr S. Finsterwalder legt vor eine Abhandlung von Professor Dr. Hans Beck in Charlottenburg: *Die beiden Geraden-Kugeltransformationen von Sophus Lie*. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

2. Herr P. v. Groth legte eine Mitteilung vor von A. Johnsen in Kiel über: *Kohäsion, Leitvermögen und Kristallstruktur*. Darin wird gezeigt, daß die Erklärung, welche Stark für die Spaltbarkeit und die Gleitung der Steinsalzkrystalle gegeben hat, sich bei allen bisher strukturell untersuchten Kristallarten, welche ionisiert gedacht werden können, bestätigte. In den Gleitrichtungen sind Maxima des elektrolytischen Leitvermögens zu erwarten, und in der Tat liegen diese Maxima beim Eisenglanz und Kalkspat in den Gleitebenen. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

3. Herr A. Sommerfeld legt eine Abhandlung vor: *Zur Quantentheorie der Spektrallinien, Intensitätsfragen*. Im Anschluß an vorhergehende, der Akademie vorgelegte Arbeiten sucht der Vortragende auf Grund der vorliegenden Beobachtungen die Frage zu entscheiden, ob die Verteilung der Intensität auf die Komponenten einer spektralen Feinstruktur durch Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen erklärt werden kann, oder ob hierbei dynamische Wechselbeziehungen zwischen Anfangs- und Endbahn mitwirken. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

4. Herr S. Günther spricht über das Thema: *Ethnologisch-Mathematisches*. In der Ethnologie stehen sich zwei Prinzipien gegenüber: Völkergedanke (Bastian) und Übertragungstheorie (Ratzel). Zugunsten des erstgenannten spricht der Umstand, daß in neuester Zeit für das Auftreten der Null und des Stellenwertes zwei räumlich außerordentlich weit entfernte Entstehungsgebiete nachgewiesen werden konnten: Hindostan und Yukatan. Diese Tatsache führt einen überzeugenden arithmetischen Nachweis für die — allerdings nur relative — Richtigkeit der von Bastian aufgestellten Lehre. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. (Stiftung Heinrich Lanz.)

3. März. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitzender: Herr Bütschli.

Es werden folgende wissenschaftliche Arbeiten vorgelegt:

1. Von den Herren A. Kossel und L. Krehl eine Arbeit des Frhrn. V. v. Weizsäcker: *Über die Energetik der Muskeln, insbesondere des Herzmuskels, sowie*

ihre Beziehungen zur Pathologie des Herzens.“ Einige Hauptfragen der Energetik des Muskels werden auf Grund des neueren, insbesondere am Warm- und Kaltblüterherz gewonnenen Materials besprochen. Die weitgehende Unabhängigkeit des Stoffwechsels von der Konzentration des angebotenen Sauerstoffs und Zuckers, sowie die quantitativen Beziehungen zwischen Leistung und Sauerstoffverbrauch ergeben erste Hinweise auf die Art der Muskelmaschine. Der Einfluß der Temperatur erweist sich als verschieden bei dem arbeitliefernden und bei dem oxydativ-restitutiven Teil der Maschine. Die eingehende Untersuchung künstlicher Beeinflussungen der Energiewandlungen des Muskels liefert weitere Stützen für eine allgemeine, als „Zweimaschinen-theorie“ zusammengefaßte Annahme über die Konstruktion der Muskelmaschine. — Die Folgerungen, welche sich aus der energetischen Betrachtung des Herzmuskels für die Pathologie ergeben, gipfeln in der Theorie, daß ein Herz dann hypertrophiert, wenn es längere Zeit nahe der Akkommodationsgrenze seines Gesamtsatzes oder seiner mechanischen Leistung tätig ist. Der Begriff der Ausnutzung wird für das Herz genauer zergliedert und es werden drei Formen der Ausnutzung unterschieden. — Der Anhang enthält Methodisches und Protokolle.

2. Eine Arbeit des Herrn G. Klebs: *„Zur Entwicklungsgeschichte der Farnprothallien“*. 2. Teil. Nachdem im ersten Teil der Abhandlung der Nachweis geführt worden war, daß alle Entwicklungsstadien der Farnprothallien von der Intensität des Lichtes abhängen, beschäftigt sich der zweite Teil mit der Frage nach der Bedeutung der spektralen Zusammensetzung des Lichtes. Die Untersuchung wurde mit drei verschiedenen Lichtquellen: Tageslicht, Osramlicht und Quecksilberlicht der Quarzlampe und mit einer Reihe verschiedener FarbfILTER ausgeführt. Bei Pteris longifolia wird die Keimung der Sporen durch die schwächer brechbaren Strahlen. Rot und Gelb erregt, die grünen verzögern den Prozeß, die blau-violetten hemmen ihn. Die antagonistische Wirkung der roten und blauen Strahlen tritt noch viel schärfer hervor bei ihrer Wirkung auf die Streckung der Zellen, sowie auf ihre Teilung. Die roten Strahlen beschleunigen die Streckung und schränken die Zellteilung ein, die blauen verzögern umgekehrt die Streckung und fördern die Teilung. Bei schwächeren oder mittleren Intensitäten des roten Lichtes entstehen übermäßig gestreckte Keimfäden ohne Teilung oder mit 2—3 Querteilungen; im blauen Licht entstehen ganz kurze, aber quer- und längsgeteilte Prothallien. Bei hoher Intensität, z. B. in direkter Sonne, nimmt auch im roten Licht die Streckung etwas ab, die Teilung zu, infolge einer Gegenwirkung durch die Bildung organischer Stoffe bei der C-Assimilation. Dagegen ändert sich im blauen Licht die Wachstumsform nicht, sondern bleibt die gleiche in schwachem oder starkem Licht; im letzteren Falle nimmt nur das Gesamtwachstum zu. Der Antagonismus der beiden Strahlensorten zeigt sich auch im Verhältnis zur Temperatur. Eine Temperatursteigerung von 10 Grad bis 13 Grad, von 15 Grad auf 25 Grad beschleunigt die Streckung im roten Licht, hat aber auf das Wachstum im blauen Licht keine Wirkung. Jede Wachstumsform eines Prothalliums ist die notwendige Folge des Zusammenwirkens mehrerer durch das Licht hervorgerufener photochemischer Prozesse — einerseits einer Wirkung auf das Wachstum, wobei ein das Wachstum beschleunigender Katalysator durch die roten Strahlen entsteht, während die blauen die Bildung verzögern — und andererseits einer Wirkung auf die Erzeugung organischer Substanz durch die C-Assimilation.

3. Von Herrn P. Stäckel eine Arbeit des Herrn O. Perron: *„Über die hypergeometrische Reihe bei unbegrenztem Wachstum eines oder mehrerer Parameter“*. 2. Teil. In diesem zweiten Teil bedient sich der Verfasser einer Methode, die von der des ersten Teiles völlig verschieden ist. Für die hypergeometrische Reihe wird die bekannte Darstellung durch ein bestimmtes

Integral benutzt. Der Integrand ist dann allemal eine Funktion f multipliziert mit der n -ten Potenz einer Funktion g , und das Integral ist als Funktion des Exponenten n speziell für den Fall zu untersuchen, daß n über alle Grenzen wächst. Dabei kommt nur derjenige Teil des Integrationswegs in Betracht, welcher in unmittelbarer Nähe der Stelle liegt, wo der absolute Betrag der Funktion g sein Maximum erreicht; denn der Rest des Integrationswegs liefert zu dem Integral nur einen infinitär kleineren Beitrag. Die genaueste Abschätzung des Integrals ergibt sich offenbar dann, wenn man den Integrationsweg in erlaubter Weise so wählt, daß auf ihm das genannte Maximum möglichst klein wird. Die hiermit skizzierte Methode, die bereits Laplace, später Cauchy und andere bei ähnlichen Fragen mit großem Erfolg, wenn auch ohne strenge Begründung benutzt haben, erweist sich für die hypergeometrische Reihe als außerordentlich brauchbar. Sie wird hier in aller Strenge durchgeführt, und der Verfasser kann so nicht nur die im ersten Teil erhaltenen Resultate neu bestätigen, sondern zahlreiche weitere Fälle behandeln, die sich dem im ersten Teil angewandten Verfahren entziehen. Außerdem hat die neue Methode den Vorzug, daß n nicht auf ganzzahlige Werte beschränkt ist, sondern stetig ins Unendliche wachsen darf. In allen Fällen gelingt es, das infinitäre Verhalten des Integrals mit der größten Genauigkeit zu bestimmen, indem nicht etwa nur das Glied höchster Ordnung ermittelt wird, sondern eine ganze unendliche Reihe, deren Glieder von abnehmender Ordnung sind. Diese Reihen sind meistens Fakultätenreihen; man könnte ebensogut Reihen nach fallenden Potenzen von n wählen, in die sie sich rein formal umformen lassen; nur wäre dann das Bildungsgesetz der Koeffizienten weniger einfach.

4. Von Herrn P. Stückel eine Arbeit von Herrn A. Loewy (Freiburg): „Zur Theorie und Anwendung der Intensitäten in der Versicherungsmathematik.“ In den letzten Jahren ist der Intensitätsbegriff besonders infolge der Bereicherung, die er durch J. Karups Einführung der unabhängigen Wahrscheinlichkeiten erfahren hat, der Gegenstand einer Anzahl von Arbeiten gewesen. Diese Theorie war aber noch nicht so einfach und übersichtlich dargestellt worden, wie es ihrem grundlegenden Charakter entspricht. Die vorliegende Arbeit behandelt zunächst die Intensitäten in ihrem Zusammenhang mit den abhängigen und unabhängigen Wahrscheinlichkeiten. Es folgt die Untersuchung eines ganz allgemeinen Versicherungsverhältnisses auf Grund analytischer Methoden mittels der Ausscheidintensitäten. Schließlich werden ausreichende Prämien abgeleitet, die neben dem freiwilligen Ausscheiden mit Abgangvergütung auch noch den drei Gattungen von Unkosten des Versicherungsbetriebs: Erwerbs-, Inkasso- und Verwaltungskosten sowie weiter den vom Versicherer versprochenen Dividenden Rechnung tragen.

Zum Schlusse bewilligte die Klasse ein Gesuch um Unterstützung eines wissenschaftlichen Unternehmens und bespricht geschäftliche Angelegenheiten.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

8. März. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das k. M. Prof. O. Tumlirz in Innsbruck übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Die Stromlinien und Niveaulflächen einer tropfbaren Flüssigkeit beim zweidimensionalen Ausfluß aus einem Gefäß.“ Die Abhandlung enthält die theoretische Lösung des Problems für die zweidimensionale Strömung. Die Stromlinien haben Wendepunkte, welche nahezu mit einer Niveaulinie zusammenfallen, in der die Geschwindigkeit in allen Punkten fast völlig gleich ist. Die Geschwindigkeit nimmt vom Rande der Öffnung gegen das Innere des Gefäßes sehr rasch ab. Entfernt man sich von dem Rande der Öffnung um die ganze Breite der Spalte, so sinkt sie auf 13,2 % des Randwertes.

Prof. St. Hanzlik in Prag übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Über die Beziehung der gleichzeitigen Luftdruckschwankungen zur Sonnentätigkeit.“ Die Untersuchung der Beziehung der gleichzeitigen Luftdruckschwankungen in den westlichen Vereinigten Staaten und West- und Zentraleuropa mittels Korrelationsrechnung verrät eine Abhängigkeit derselben von der Sonnenfleckperiode und von der Stellung der Erde zur Sonnenachse.

Dr. Reinhold Fürth in Prag übersendet eine im k. k. Physikalischen Institut der Deutschen Universität in Prag ausgeführte Arbeit: „Zwei Versuche zur Bestimmung der Oberflächenspannung und des Randwinkels von Quecksilber.“ Aus einfachen Beobachtungen an ringförmigen Flüssigkeitsgestalten wird der Wert der Oberflächenspannung zu 440–445 dyn/cm, der des Randwinkels zu 128–129° bei 18° C gemessen.

Das w. M. Hofrat E. Lecher legt eine Abhandlung von Gerda Laski vor, betitelt: „Größenbestimmung submikroskopischer Partikeln aus optischen und mechanischen Effekten.“ Der Ausstrahlungseffekt einzelner submikroskopischer in einem Gase suspendierter Silberteilchen wird im Dunkelfelde beobachtet und der (elektromagnetisch) errechnete Zusammenhang zwischen Farbe und Radius mit Größenbestimmungen aus anderen Bereichen der Physik verglichen. Bei größeren Partikeln wird insbesondere der aus ihrer Fallgeschwindigkeit errechnete Radius zum Vergleich herangezogen. Bei kleineren Teilchen wird der Radius aus der Differenz der Verschiebung infolge der superponierten ungeordneten Bewegung und Fallgeschwindigkeit und der ungeordneten Bewegung allein berechnet. Diese mechanischen Größenbestimmungen fallen mit der optischen zusammen.

Das w. M. F. Becke legt die Resultate zweier Untersuchungen der Herren O. Großpietsch (Prag, deutsche technische Hochschule) und M. Goldschlag (Wien, Mineralogisch-petrographisches Universitäts-Institut) über die optischen Eigenschaften von Andesinen vor. Sie wurden unternommen, um die Lücke in der Kenntnis der optischen Eigenschaften der Plagioklasmischungen zwischen Oligoklas und Labrador auszufüllen. Herr Großpietsch untersuchte derben Andesin aus pegmatitischen Adern im Amphibolit bei Hohenstein im Kremsstal, An 35 Ab 65. Herr M. Goldschlag prüfte Einsprenglinge aus kieselsäurereichen vulkanischen Gesteinen, und zwar: Andesin aus dem Quarzporphyrit von St. Raphael, Esterel, Frankreich, An 40 Ab 57 Or 3. Andesin aus Andesit von Mayeama, Prov. Shinano, Japan, An 38 Ab 54 Or 8. Die Untersuchung bezog sich auf Ermittlung der Lage der optischen Achsen in orientierten Platten, Messung der Auslöschungsschiefe auf P (001), M (010) und in Platten senkrecht zu M und P . Die Brechungsexponenten ermittelte M. Goldschlag. Die Achsenlage stimmt mit der von F. Becke ermittelten Achsenbahn, doch ergeben die Analysen, daß F. Becke den An-Gehalt seines Andesins um 3–4 % zu niedrig angenommen hat; in diesem Sinne sind seine Bestimmungstabellen zu verbessern. Bemerkenswert ist, daß die Andesine aus dem Pegmatit in kristallinen Schiefen und aus vulkanischem Gestein keine anderen Unterschiede zeigen als jene, welche nach den Unterschieden der chemischen Zusammensetzung zu erwarten waren. Die stärkeren Abweichungen des Andesins aus Japan könnten mit dem größeren Or-Gehalt in Zusammenhang stehen.

Das k. M. Bergrat Fritz Kerner v. Marilaun überreicht zwei Abhandlungen: 1. „Untersuchungen über die morphogene Klimakomponente der permischen Eiszeit Indiens.“ Es wird untersucht, welche Depression der Sommerisothermen über einem aus einer landumringten Arktis bis in die Subtropen reichenden, von lauen Triften aber wenig beeinflussten Meere eintritt. Es ergibt sich, daß über dem betrachteten kalten Meere die Scheitel der südwärts konvexen Bögen der 20°, 30° und 40° Julioisotherme auf den 60., 45. und 35. Parallelkreis

zu liegen kommen. Für die Nordspitze des Gondwanalandes erhält man dann eine Julitemperatur von 15°.

2. „Wie sind aus geologischen Polverschiebungen erwachsende Wärmeänderungen zu bestimmen?“ Es wird gezeigt, daß die von der Polverschiebungshypothese gemachten einfachen Annahmen schon im Falle zonaler Land- und Meerverteilung nur bedingt Geltung haben und daß bei der im Falle der Heranziehung der genannten Hypothese zur Erklärung geologischer Klimate gegebenen Art der Fragestellung die Bestimmung der thermischen Folgen einer Polverschiebung an der Unzulänglichkeit der paläogeographischen Kartenbilder scheitert.

Kaiserliche Leopoldinisch-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher.

Nova Acta; Bd. 100.

Über das Potential gewisser Ovaloide; von A. Wangerin. Die Abhandlung knüpft an eine Untersuchung an, die C. Neumann in den Jahren 1907—1909 in den Verhandlungen und den Abhandlungen der Leipziger Gesellschaft der Wissenschaften veröffentlicht hat, und die sich auf das logarithmische Potential solcher ebenen Ovalflächen bezieht, deren Randkurve aus einer Ellipse durch Transformation mittels reziproker Radien von einem inneren Punkte aus entsteht. Neumann gelangt dabei zu folgendem bemerkenswerten Resultat: Das logarithmische Potential derartiger, mit Masse von konstanter Dichtigkeit belegter Ovalflächen kann für äußere Punkte ersetzt werden durch das logarithmische Potential zweier Massenpunkte und das einer diese Punkte verbindenden Doppellinie von konstantem Moment. Damit sind für das logarithmische Potential neue Fälle gefunden, in denen die Wirkung gegebener Massen durch die anderer, einfacherer ersetzt werden kann. Existieren derartige einfache Beziehungen auch für den Raum, falls man das logarithmische Potential durch das Newtonsche, die ebenen Ovalflächen durch räumliche Ovaloide ersetzt? Das ist die Frage, die die vorliegende Arbeit zu erledigen sucht. Eine direkte Übertragung der Neumannschen Entwicklungen auf den Raum führt nicht zum Ziel, sie ergibt, wie im letzten Teil der Arbeit gezeigt wird, komplizierte Formeln, die eine einfache Deutung nicht zulassen. Der Verfasser schlägt daher einen anderen Weg ein. Er zeigt zunächst, daß sich in einigen Fällen die Neumannschen Resultate auf einfacherem Wege als bei Neumann ableiten lassen, ohne Benutzung elliptischer Koordinaten; und dieser einfachere Weg läßt sich auf den Raum übertragen. Die dabei befolgte Methode ist die folgende: Transformiert man ein Rotationsellipsoid von einem inneren Punkte aus und denkt den von der entstehenden Ovalfläche begrenzten Raum (Ovaloid) mit Masse von konstanter Dichtigkeit gefüllt, so wird der Ausdruck für das Newtonsche Potential dieser Masse in räumlichen Polarkoordinaten (mit dem Transformationszentrum als Pol) ausgedrückt und die in dem Ausdruck enthaltene reziproke Entfernung zweier Punkte in bekannter Weise nach Kugelfunktionen entwickelt. Sodann werden die Glieder der sich so für das Potential ergebenden Reihe durch Anwendung teils bekannter, teils hierzu neu aufgestellter Formeln möglichst vereinfacht, zum Schluß die Reihe wieder summiert und der Endausdruck gedeutet. So ergibt sich zuerst für den Fall, daß die Grenzfläche des Ovaloids durch Transformation eines verlängerten Rotationsellipsoids von einem Brennpunkt aus entsteht, das Resultat: Die Wirkung der Masse des Ovaloids auf äußere Punkte kann ersetzt werden durch die Anziehung einer auf bestimmte Weise mit Masse belegten Kugelfläche und die Wirkung einer gewissen Doppelbelegung derselben Kugel. Die Gesamtmasse der einfach belegten Kugelfläche ist dabei gleich der gegebenen Masse. Die hier in Frage kommende Doppelbelegung unterscheidet sich von der gewöhn-

lichen Doppelbelegung dadurch, daß nicht nach der Kugelnormale differenziert wird, sondern nach einer anderen Richtung. Übrigens läßt sich, wie weiter gezeigt wird, die Wirkung der Doppelbelegung durch die einer einfachen Belegung der Kugelfläche ersetzen. Es folgen die Fälle, in denen das Transformationszentrum in den Mittelpunkt des Rotationsellipsoids fällt. Ist dies sein abgeplattetes, so kann die Wirkung des Ovaloids ersetzt werden durch die Wirkung zweier Massenpunkte und der sie verbindenden, auf gewisse Weise mit Masse belegten geraden Linie. Geht man aber von einem verlängerten Rotationsellipsoid aus, so ist die Wirkung des Ovaloids gleich der einer (nicht homogenen) Kreisfläche und der mit Masse belegten Peripherie dieses Kreises. Indessen treten bei dieser Deutung des Resultats, ebenso wie bei der Ersetzung der Wirkung eines Kreisrings durch die einer Kreisfläche und ihrer Peripherie, unendlich große Massen auf, wenn deren Wirkung sich auch aufhebt. Aus diesem Grunde wird das Resultat so umgeformt, daß nur endliche Massen auftreten. Das erfordert die Einführung eines neuen Begriffs, des der dreifachen Belegung einer Kreisfläche, eines Begriffs, der eine naturgemäße Erweiterung des Begriffs der Doppelbelegung bildet. Zu ähnlichen Resultaten wie in den genannten Fällen gelangt die Arbeit noch in folgenden: 1. Das Ausgangsellipsoid ist ein (verlängertes oder abgeplattetes) Rotationsellipsoid von sehr kleiner Exzentrizität, das Transformationszentrum ist ein beliebiger Punkt der Achse. 2. Ein verlängertes Rotationsellipsoid wird von einem Achsenpunkte aus transformiert, der dem Brennpunkt sehr nahe liegt. 3. Ein verlängertes oder abgeplattetes Rotationsellipsoid wird von einem dem Mittelpunkt sehr nahen Punkte der Achse transformiert. Damit ist eine Reihe neuer Fälle gefunden, in denen die Anziehung von Ovaloiden durch die einfacheren Massen ersetzt werden kann. Um die verschiedenen, hier nur kurz skizzierten Resultate zu gewinnen, mußten mehrere die Kugelfunktionen betreffende neue Formeln abgeleitet werden. Ferner ergibt die Anwendung der in der Abhandlung benutzten Analysis auf die Kugel auf sehr einfache Weise den Wert eines gewissen, Kugelfunktionen enthaltenden Integrals. Bemerkenswert dürfte auch die mehrfach benutzte Modifikation des Begriffs der Doppelbelegung und die Einführung des neuen Begriffs der dreifachen Belegung sein. Zum Schluß wird gezeigt, welche komplizierten Formeln sich ergeben, wenn man, wie C. Neumann in dem ebenen Problem, elliptische Koordinaten anwendet. Man kann aber diese komplizierten Formeln benutzen, um durch Vergleich mit den Resultaten, zu denen der Verfasser nach seiner Methode gelangt ist, neue Formeln über Kugelfunktionen zu gewinnen, speziell die Werte gewisser Kugelfunktionen enthaltender Integrale.

Die Selbstregulation, ein charakteristisches und nicht notwendig vitalistisches Vermögen aller Lebewesen; von Wilhelm Roux (s. Jahrgang 1915, Heft 5, Albert Oppel, Vitalismus und Entwicklungsmechanik).

Die Tiefbohrung bis 600 m Tiefe auf dem Gebiete der Fabrik chemischer Produkte, und zwar der Holzverkohlungs-Industrie-Aktien-Gesellschaft in Liesing bei Wien; von Franz Toula. 68 Bohrproben wurden einer mikroskopischen Untersuchung unterzogen. Ungezählte Tausende von mikroskopisch kleinen Einschlüssen mußten durchbestimmt, und konnten 199 verschiedene Formen nachgewiesen werden. Davon waren bei 140 Foraminiferen, Stacheln und Täfelchen von Brissopsis ottnangensis R. H., drei Bryozoen, 14 Bivalven, 28 Gastropoden, 2 Cypridinen, 2 Krebschen und 9 Otolithen. Tonige und sandige Ablagerungen liegen vor. Bis nahe an den Spiegel des heutigen Adriatischen Meeres reichen brackische, zumeist sarmatische Bildungen in die Tiefe. Zwischen 188 und 228 m beginnen marine Ablagerungen mit Textularien, Globigerinen und Buliminien. In 241 m Tiefe gesellen sich zahlreiche marine Konchylien dazu: Columbella, Voluta, Turritella, Murex und andere. Es sind durchwegs für

den Badener Tegel bezeichnende Formen. Die Häufigkeit und Verschiedenartigkeit der Einschlüsse wird mit zunehmender Tiefe immer beträchtlicher, bis auf 56 Arten in der Tiefe von 557,2 und 585 m. Die ersten Otolithen fanden sich nach 500 m, ebenso die Stacheln von *Brissopsis*. In den Ablagerungen zwischen 500 und 600 m Tiefe dürften Übereinstimmungen gewisser Fossilien mit jenen von Otnang oder dem Schlier vorliegen. Von den 140 Foraminiferen sind 84 auch aus dem Badener Tegel bekannt, 17 nur aus den Nußdorfer Amphisteginenmergeln, sechs aber sind nur in der Arbeit von A. E. Reuß über Wieliczka namhaft gemacht. 28 Formen sind aus Baden, Nußdorf und Wieliczka bekannt. Etwa 30 Formen sind teils neu oder vorläufig nicht sicher bestimmbar. Die vielen Mollusken in den oberen Schichten sind fast durchweg echte Badener Arten und würden ihr Vorkommen kaum anders erklären lassen, als durch die Annahme, daß die Badener Fauna noch gleichzeitig nahebei unter Verhältnissen fortbestanden habe, etwa so wie sie heute im Dee-Ästuarium herrschen, das mit der Irischen See in Verbindung steht. Damals mußte das pannonische Meer eine ähnliche Rolle gespielt haben. Dieser Vergleich ist nach *Siddals* Arbeit über die Foraminiferen des Deelflusses (*Ann. and Magaz. of Nat. History*, London 1876, Vol. XVII, S. 37) näher ausgeführt. Die Höhe des Meeresspiegels bei Liesing würde nach den Vorkommnissen auf dem benachbarten Randgebirge (Kalksburg, Bauchstallbrunnen bei Baden und in der Gaadener Bucht) mit mindestens 400 m über dem Meeresspiegel der Adria anzunehmen sein. In der vorliegenden Arbeit werden Vergleiche der Ablagerungen unter 500 m mit Walbersdorf, Neudorf a. d. March (Deveny Ujfalú), Otnang und Kralitz (Mähren) durchgeführt. Von den Ausführungen über die Geschichte der Liesinger Tiefbohrung sei nur angeführt, daß diese Tiefbohrung dem Autor erst bekannt wurde, als sie 500 m erreicht hatte. Die gewonnenen Wasser waren für Kesselspeisewasser zu hart und ihre Menge zu gering. Er konnte nur die Hoffnung aussprechen, daß eine reichlichere Wassermenge erst im Liegenden des Badener Tegels angetroffen werden dürfte, worauf die Bohrung bis zu 600 m ausgeführt wurde, ohne dieses Liegende zu erreichen. Tiefer zu bohren ließ sich die Unternehmung nicht bewegen. Über die mißglückten Versuche, die interessante Bohrung weiter fortzusetzen, mag aus der Abhandlung das Nähere entnommen werden.

Über den Nitratgehalt des Ozeanwassers und seine biologische Bedeutung; von K. Brandt. Die Grundlage für die Arbeit bilden 114 Wasserproben, die auf Veranlassung von Brandt Dr. Gräf während der Fahrt S. M. S. „Planet“ durch den Atlantischen und Indischen Ozean nach dem Westpazifischen Ozean, Januar 1906 bis September 1907, gesammelt und nach Rabens Verfahren auf Nitrat- und Ammoniakgehalt untersucht hat. Es handelt sich um 67 Oberflächen- und 47 Tiefenproben (aus 400, 800 und 1000–3000 m Tiefe). Zum Vergleich werden die von *Gebbing* im Kieler Meereslaboratorium bearbeiteten Wasserproben des „Gauß“ und 15 Oberflächenproben, die Herr *Heynacher* besonders im Stillen Ozean gesammelt und *Raben* dann untersucht hat, herangezogen. In allen drei Ozeanen zeigen die 78 Hochseeproben des „Planet“ mit Zunahme der Temperatur eine Abnahme des Gehaltes an Nitrat (im Mittel bei 3,8° z. B. 450 mg, bei 12° 250 mg, bei 27,7° 78 mg Nitratstickstoff), während der Ammoniakgehalt innerhalb engerer Grenzen schwankt und keine deutlichen Beziehungen zur Temperatur erkennen läßt (bei 3,8° 57 mg, bei 12° 59 mg, bei 27,7° 45 mg Ammoniakstickstoff im Mittel). Auch bei den 42 Oberflächenproben der Hochsee ist der Nitratgehalt umgekehrt proportional der Temperatur (3,7° 216 mg, 12,6° 144 mg, 27,7° 78 mg Nitratstick-

stoff). Bei den antarktischen Gaußproben aus sehr verschiedener Tiefe (0–2020 m) ist der Nitratgehalt wenig verschieden (420–590 mg Nitratstickstoff), entsprechend der ungefähr gleichen Temperatur (–1,8° bis +0,4°) von der Oberfläche bis zum Grunde. Dagegen zeigen die Hochseeproben des „Planet“ für die drei Ozeane (und ähnlich auch die Gaußproben für Atlantischen und Indischen Ozean) folgende Beziehung zwischen Tiefe, mittlerer Temperatur und durchschnittlichem Nitrat- und Ammoniakgehalt:

		Nitrat-N	Ammoniak-N
42 Proben	0 m (23,2°) . . .	101 mg	49 mg
15 „	400 „ (9,6°) . . .	313 „	47 „
16 „	800 „ (6,2°) . . .	485 „	45 „
5 „	1000–3000 m (4,4–2,5°) } . . .	440 „	50 „

In den oberen Wasserschichten, in denen unter Verbrauch von gelösten N-Verbindungen die Eiweißbildung seitens der Pflanzen geschieht, ist im allgemeinen wenig Nitrat vorhanden, während von 400 bis 500 m an bis zu großen Tiefen ein ziemlich beträchtlicher Nitratvorrat angetroffen wird. Daß in 800 m Tiefe der Nitratgehalt im Atlantischen Ozean am höchsten ist, wird vermutlich damit zusammenhängen, daß nicht bloß am Grunde, sondern auch in der 800-m-Schicht Nitrifikation stattfindet. Dafür spricht auch der oft außerordentlich geringe Ammoniakgehalt in dieser Schicht. Wenn ausnahmsweise im warmen Oberflächenwasser ein hoher Nitratgehalt vertreten ist, so handelt es sich um aufsteigendes Tiefenwasser. Überhaupt spielen die Strömungen eine wichtige Rolle bei der Ergänzung der wichtigsten Pflanzennährstoffe.

Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur; von Eilhard Wiedemann (s. Jahrgang 1916, S. 410).

Nova Acta; Band 101.

Die Reflexion eines Parallelstrahlenbündels am Paraboloid; von Friedrich Thiersch. Der parabolische Spiegel bildet ein altes, immer wieder aufgenommenes Problem, das man durch Beschränkung auf Strahlen in der Umgebung der Achse näherungsweise mit immer steigender Genauigkeit nach den allgemeinen Methoden der geometrischen Optik behandelte. Demgegenüber stellt sich die vorliegende Arbeit die Aufgabe, den Gang der reflektierten Strahlen für schief einfallende Parallelstrahlen ohne Näherung, also für jede Öffnung und jedes Gesichtsfeld zu untersuchen. Nachdem die Lindelöfsche Differentialgleichung der katoptrischen Linien der Fläche $z=f(xy)$ auf den Fall schiefer Parallelstrahlen verallgemeinert und auf das elliptische Paraboloid angewandt ist, wird die erste Brennfläche des Rotationsparaboloides nach den allgemeinen Theorien der Differentialgeometrie in Parameterform mit den katoptrischen Parametern aufgestellt. Die Ordnung der Brennfläche ergibt sich nach Voßschen Methoden als 34. Ein so mannigfaltiges Gebilde konnte nicht mehr ohne ausgiebige Benützung der Zeichnung auf seine Gestalt untersucht werden. Es wurden drei Fälle des Einfallswinkels durchgerechnet und in Zeichnungen dargestellt; ähnlich wird die Wellenfläche der reflektierten Strahlen behandelt. Zum Schluß folgen Betrachtungen über die Abbildung des Spiegelrandes auf die Brennfläche und auf die Fokalebene, sowie Vergleiche mit den Ergebnissen der Näherungsmethoden.

Photographische Untersuchung der Intensitätsverteilung im Sternspektrum; von Hans Rosenberg (s. dieses Heft, S. 208).

Elektrische Leitfähigkeit des Bergkristalles; von Richard Ambrohn (s. dieses Heft, S. 207).

Deutsche Meteorologische Gesellschaft
(Berliner Zweigverein). S. 204.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 14.

6. April 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Das Lateritproblem. Von *Prof. Dr. H. Stremme, Danzig-Langfuhr*. S. 213.

Die Flora der Eiszeit und ihre Spuren in der Gegenwart. Von *Dr. Peter Stark, Leipzig*. (Schluß) S. 220.

Besprechungen:

Aster, E. v., Einführung in die Psychologie. Von *K. Koffka, Gießen, z. Zt. Kiel*. S. 224.

Marbe, K., Die Rechenkunst der Schimpansen Basso im Frankfurter Zoologischen Garten nebst Bemerkungen zur Tierpsychologie und einem offenen Brief an Herrn Krall. Von *K. Koffka, Gießen, z. Zt. Kiel*. S. 225.

Zuschriften an die Herausgeber:

Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne. Von *B. Stange, Leipzig*. S. 226.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Bosporus und Dardanellen. S. 226.

Kleine Mitteilungen:

Neue Untersuchungen über die Blütenfarbstoffe.

Die Farbstoffe der Beeren. Die Blütenfarbstoffe des tiefblauen Stiefmütterchens. Beobachtungen über den Insektenbesuch bei einigen Papilionaceen. Neuer Komet. S. 227-228.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Werner Siemens

Ein kurzgefaßtes Lebensbild nebst einer Auswahl
seiner Briefe

Aus Anlaß der 100. Wiederkehr seines Geburtstages

Herausgegeben von

Conrad Matschoß

Zwei Bände

In Halbpergament gebunden Preis M. 20.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie

Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure

Herausgegeben von

Conrad Matschoß

Soeben erschien:

Siebenter Band

Mit 70 Textfiguren und zwei Bildnissen

Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 8.—

Inhaltsverzeichnis:

- Geschichtliche Entwicklung der Berliner Elektrizitäts-Werke von ihrer Begründung bis zur Uebernahme durch die Stadt.** Von Prof. Dipl.-Ing. Conrad Matschoß, Berlin.
- Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der technischen Mechanik.** Von Dr.-Ing. h. c. und Dr. phil. h. c. A. von Rieppel und Dr.-Ing. L. Freytag, Nürnberg.
- Die Spurweite der Eisenbahnen und der Kampf um die Spurweite.** Ein Abschnitt aus der Entwicklungsgeschichte der Eisenbahnen. Von Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe.
- Die geschichtliche Entwicklung der Dampfkesselaufsicht in Preußen.** Von Dipl.-Ing. Dr. jur. Hilliger, Berlin.
- Beitrag zur Geschichte der Eisenbrücken in Ungarn.** Von Dr.-Ing. Hugo Fuchs, Prag.
- Daniel Peres.** Lebensbild eines Vorkämpfers der Solinger Meßmachertechnik. Von Oberingenieur Franz Hendrichs, Charlottenburg.
- Nikolaus Riggenbach.** Zu seinem hundertjährigen Geburtstag. Von Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe.
- Keltern einst und jetzt.** Von Prof. Dr.-Ing. Häußler, z. Zt. im Felde.
- Zur Geschichte der Dynamomaschine.** Die Entwicklung des Dynamobaues bei der Firma Siemens u. Halske (1866–1878). Von Prof. Dr. Adolf Thomälen, Karlsruhe.
- Beiträge zur außereuropäischen und vorgeschichtlichen Technik.** Von Dr.-Ing. Hugo Theodor Horwitz.

Früher erschienen:

1. Band. 1909. Mit 247 Textfiguren und 5 Bildnissen
2. Band. 1910. Mit 356 Textfiguren und 16 Bildnissen
3. Band. 1911. Mit 305 Textfiguren und 2 Bildnissen
4. Band. 1912. Mit 348 Textfiguren und 7 Bildnissen
5. Band. 1913. Mit 293 Textfiguren und 12 Bildnissen
6. Band. 1915. Mit 183 Textfiguren und 6 Bildnissen

Preis von Band 1–5 je M. 8.—, in Leinwand gebunden je M. 10.—

von Band 6 M. 6.—, in Leinwand gebunden M. 8.—

Band 6 enthielt:

- Beiträge zur Geschichte der Werkzeugmaschinen, Schmiedemaschinen.** Von Professor Dr.-Ing. Hermann Fischer, Hannover.
- Beiträge zur älteren Geschichte der Leuchttürme.** Von Dr. Richard Hennig, Berlin.
- Der Bickfordsche Sicherheitszünder und die Errichtung der ersten Sicherheitszünderfabrik in Deutschland.** Von Professor Hugo Fischer, Dresden.
- James B. Francis.** Zur hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages. Von Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe.

- Peter Ritter von Tunner und seine Schule.** Von Hofrat Dr.-Ing. h. c. Josef Gängl v. Erenwerth o. ö. Professor der k. k. Montanistischen Hochschule in Leoben.
- Ein Beitrag zur Geschichte der Großgasmaschine.** Von Dr. Wilhelm von Oechelhäuser, Dessau.
- Die Lokomotiven der vormaligen Braunschweigischen Eisenbahn, unter Mitberücksichtigung gleichartiger Lokomotiven bei anderen Bahnverwaltungen.** Von W. Nolte, Hannover.

Inhaltsverzeichnisse über die einzelnen Bände werden jederzeit vom Verlag unberechnet abgegeben!

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Das Lateritproblem.

Von Prof. Dr. H. Stremme, Danzig-Langfuhr.

Zu den am meisten umstrittenen Problemen der Bodenkunde gehörte in den letzten Jahrzehnten das der Entstehung des Laterites. Eine Fülle einander entgegenstehender Ansichten wurde hierüber geäußert, und noch immer tauchen neue auf, welche versuchen, sich an Stelle der bisherigen zu setzen. Allein die Definition des Begriffes Laterit hat im Laufe der Zeit erhebliche Wandlungen durchgemacht.

1. Definition des Begriffes Laterit.

Nach J. Walther¹⁾ beschrieb 1807 A. Buchanan die ziegelroten und zur Herstellung von Luftziegeln verwendeten Verwitterungsmassen der Malabarküste als „Laterit“ (von later, der Ziegelstein). Die geognostische Kartierung Indiens änderte aber die Bedeutung des Wortes. Es wurde jetzt in erster Linie für die braunrote harte Verwitterungskruste im Hangenden der weichen Tone angewandt. J. Walther selbst bezeichnet neuerdings wieder, wie bereits in seiner „Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft“, 1893/4, allgemein die rotgefärbten Verwitterungsprodukte der Tropen als Laterit. Diese Ansicht würde alle andersgefärbten (gelben, braungelben, rotbraunen, schwarzbraunen) Verwitterungsprodukte nicht als Laterite anerkennen, und konsequenterweise haben auch bereits Anhänger dieser Ansicht gegen die Bezeichnung „gelber Laterit“ Einspruch erhoben. Aber es gehörte zu dieser Definition eine genaue Festlegung der Bezeichnung rot. Denn in der Natur geht die „rote“ Farbe des Laterits vielfach in gelb, braun und schwarz über. Wann kann man ein Verwitterungsprodukt noch als Laterit bezeichnen und wann nicht mehr?

Etwas anders hat S. Passarge²⁾ als Laterit jedes Verwitterungsprodukt bezeichnet, in welchem es zu einer Eisenanreicherung gekommen ist. Später unterschied S. Passarge die von Eisenkonkretionen freien Roterden von den eigentlichen, durch zellige Konkretionen ausgezeichneten Lateriten.

Die Mineralogen und Chemiker haben eine wesentlich abweichende Definition des Begriffes Laterit für nötig gehalten, welche auf die Unter-

suchungen M. Bauers zurückgeht. Nach W. Meigen³⁾ sollte man „nur dann von echtem Laterit sprechen, wenn das Vorhandensein eines erheblichen Gehaltes an freier Tonerde nachgewiesen ist!“ Die Farbe und das Eisenoxyd sind hierin nicht mehr erwähnt, sondern lediglich die in den früheren Definitionen ungenannte Tonerde. Das Verhalten des Eisenoxydes erklärt M. Bauer ausdrücklich nur als Begleiterscheinung.

Zwischen den voneinander abweichenden Ansichten vermittelt W. Koert⁴⁾, welcher Autor den Laterit im Sinne M. Bauers anerkennt und von diesem den Rotlehm *Passarges* abtrennt. Zu einem selbständigen Gebilde erhebt W. Koert die Eisenkonkretionen unter der Bezeichnung „Krusteneisensteine“. Nur der Ansicht J. Walthers verschließt sich W. Koert.

2. Die Entstehung des Laterites.

Noch verschiedener wie die Definitionen sind die Ansichten über die Entstehung des Laterites. Zwei Richtungen sind hierbei zu unterscheiden, die geographisch-geologische und die chemische. Jene sucht Ort, Zeit und klimatische Bedingungen der Entstehung festzuhalten, diese sucht den chemischen Vorgang.

a) Die geographisch-geologische Richtung.

F. v. Richthofen⁵⁾ teilt im „Führer für Forschungsreisende“ mit, daß man den Laterit irrtümlich für ein Meeresgebilde, für ein Ablagerungsprodukt des Süßwassers oder für ein solches der vulkanischen Auswurfstätigkeit gehalten habe, und begründet als seine eigene Ansicht, daß der Laterit aus der Zersetzung anstehenden Gesteines in den regenreichen Tropen hervorgehen kann, und zwar unter denselben Bedingungen, welche in kühlerem Klima zur Entstehung des Gehängelehms Veranlassung geben. „Aber auch alluviale und äolische Bildungen sind einer lateritischen Metamorphose fähig. Was in die dichte Vegetation hineingeschwemmt wird und sich zwischen ihr ablagert, erleidet Umänderungen in Erden, welche häufig die wesentlichen Merkmale des Laterites besitzen. Als eine dritte Entstehungsart läßt sich die Vereinigung zusammengeschwemmter Lateritbestandteile zu kompaktem Laterit bezeichnen.“ F. v. Richthofen unterschied wie die indischen Geologen den Hochflächen-

¹⁾ J. Walther, Das geologische Alter und die Bildung des Laterits. Peterm. Mitt. 1916, S. 1.

²⁾ Zitiert nach W. Koert, Ergebnisse der neuen geologischen Forschung in den deutschen Schutzgebieten. Beiträge zur geol. Erforsch. d. Deutschen Schutzgebiete, Heft 1, Berlin 1913, S. 73.

³⁾ W. Meigen, Laterit. Geolog. Rundschau II (1911), S. 200.

⁴⁾ W. Koert, Der Krusteneisenstein in den deutsch-afrikanischen Schutzgebieten. Beitr. z. geol. Erforsch. deutsch. Schutzgeb., Heft 13, Berlin 1916.

⁵⁾ F. v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende, 1901, S. 455—459.

laterit als eine besondere fossile Erscheinung, welche auf flach ausgebreiteten Höhen, jetzt durch tiefe Täler getrennt, als ursprünglich zusammenhängende harte Decke von Eisenschlacke mit heute spärlichem, verkümmertem Pflanzenwuchs doch ehemals unter der gleichen dichten Waldvegetation entstanden sei, wie sie in der Gegenwart zur Lateritbildung notwendig ist. Diese Ansicht *F. v. Richthofens* blieb lange Zeit die herrschende.

Erst neuerdings hat *J. Walther*⁶⁾ wie vor ihm *R. Lang* zu begründen versucht, daß primärer Laterit, also seine roten Verwitterungsmassen, in der Gegenwart nirgends entstehe, auch nicht in dem Gebiet der heißen regenreichen Äquatorialzone. Das Klima dieser Gegend bringe heute „Braunerde“ (eine humose Oberkrume) hervor, unter der erst der Laterit als fossile Bodenart auftrete. Alle Laterite auf erster Lagerstätte (in Afrika, Indien, Australien und Südamerika) seien durch einen gleichzeitigen klimatischen Vorgang der Diluvialzeit entstanden. Die Laterisierung sei das tropische Äquivalent der ariden Lössbildung und der polaren Geschiebelehne und fluvio-glazialen Ablagerungen. Als Klima käme in Betracht etwa das des Nordterritoriums von Westaustralien: 1500 mm jährliche Regenmenge bei einer mittleren Jahrestemperatur von 27°; diese Regenmenge fällt nur im Dezember und Januar, „dann folgt eine solche Trockenheit, daß das Grundwasser in den Brunnen um nahezu 10 m sinkt“. Kennzeichnend wäre also periodische starke Durchfeuchtung bei überwiegend hoher Trockenheit.

Die Krusteneisensteine, welche z. T. dem Hochflächenlaterit *F. v. Richthofens* entsprechen, hat *W. Koert*⁷⁾ vor kurzem als bezeichnende Oberflächenbildung der Savanne angesehen, entstanden infolge der periodischen Versumpfung und Eisenumlagerung im Boden nach dem Roden oder Abbrennen der ursprünglich vorhandenen Wälder.

b) Die chemische Richtung.

Über die zahlreichen Ansichten des Chemismus der Lateritbildung gibt *W. Meigen*⁸⁾ eine ausführliche Übersicht, welcher ich nachstehend in der Hauptsache folge.

S. Passarge führt den Unterschied zwischen dem Laterit und dem Verwitterungslehm unserer Breiten auf das verschiedene Verhalten der Eisenverbindungen zurück. Die „gelben“ Eisenverbindungen unserer Lehme seien Oxydhydrate, welche durch Oxydation von Eisenoxydulverbindungen an der Luft entstanden seien. Daneben gäbe es noch rote Eisenoxydhydrate, durch Ausfällung der Ferrisalze mittels alkalischer Lösungen entstanden. Die roten Hydrate der Tropen entstünden durch die Auflösung der Eisenverbindungen der Tropen mittels der Salpetersäure, welche bei den häufigen

Gewitterregen gebildet sei. Kohlensäure Alkalien sollen aus der so entstandenen Lösung von Eisennitrat das rote Hydrat fällen.

M. Bauer nimmt eine Zersetzung der Silikate durch alkalische Lösungen an.

T. H. Holland führt die Entstehung auf die Tätigkeit von hypothetischen Bakterien zurück, welche zu ihrem Gedeihen einer tropischen Temperatur bedürften. Die bei der Zersetzung der Silikate freiwerdende Kieselsäure würde durch alkalische Lösungen fortgeführt.

G. C. du Bois faßt die Lateritbildung als eine Gesteinszersetzung durch Schwefelsäure auf, welche ihrerseits aus dem überall reichlich vorhandenen Schwefelkies durch Oxydation entstanden sein soll.

M. Maclaren sieht eine reiche Vegetation und die durch lebhafte Humuszersetzung vermehrte Kohlensäure als Ursache der Lateritbildung an. Die Zersetzungs Vorgänge sollen in größerer Tiefe erfolgen, die dabei gebildeten löslichen Produkte erst nachträglich durch Kapillarwirkung an die Oberfläche gelangen und infolge Verdunstung zum Absatz kommen.

J. Mohr hält eine bei regenreichem Klima nach unten gerichtete Wasserbewegung im Boden für die Lateritbildung für wesentlich. Infolgedessen verarmen die oberflächlichen Schichten an Salzen, was im Verein mit der in den Tropen schnell vor sich gehenden Zersetzung der Humusstoffe eine leichtere Beweglichkeit der Tonteilchen bedingt, welche daher leichter in die Tiefe geschlämmt werden.

Nach *H. Arsandaux* besteht die Lateritbildung in einer Abspaltung eines Teiles der Tonerde der Feldspate unter Wasseraufnahme, wodurch z. T. Kaolin, z. T. freies Tonerdehydrat gebildet würde.

P. Vageler und *W. Meigen* sehen in der Laterisierung der Silikate eine durch reines Wasser hervorgerufene hydrolytische Spaltung, deren Wirkung durch höhere Temperatur verstärkt werde. Durch Hydrolyse zerfalle Feldspat in Tonerdehydrat einerseits, Alkalisilikat andererseits, welches dann weiter in Alkalihydroxyd und freie Kieselsäure gespalten würde. Alle Spaltungsprodukte sollen zunächst kolloidale Lösungen bilden. „Während die Beständigkeit kolloidaler Kieselsäurelösungen durch die Gegenwart geringer Alkalimengen sehr begünstigt wird, werden kolloidale Tonerdelösungen und ebenso auch Eisenlösungen dadurch gerade ausgeflockt. Da dies sofort im Augenblick des Entstehens geschieht, lagert sich das gebildete Tonerdehydrat an der Stelle des ursprünglichen Minerals ab, so daß die Struktur des Gesteins erhalten bleiben kann.... Im gleichen Sinne wie durch Alkalien werden diese Vorgänge durch höhere Temperatur begünstigt. Die kolloidalen Lösungen der Kieselsäure sind in der Wärme beständiger als in der Kälte, während Tonerde und Eisenoxyd gerade umgekehrt durch Erwärmung der Lösung abgeschieden werden.“

⁶⁾ *J. Walther*, a. a. O. S. 52/3.

⁷⁾ *W. Koert*, Der Krusteneisenstein usw., S. 61.

⁸⁾ *W. Meigen*, a. a. O. S. 203/7.

Unter diesen zahlreichen chemischen Hypothesen läßt sich die Mehrzahl leicht widerlegen. Säuren wie Schwefelsäure, Salpetersäure zersetzen die Gesteine auch in der Natur unter Abscheidung der Kieselsäure und Auflösung bzw. Umwandlung aller anderen Bestandteile in Salze. In den Sodaböden bewirkt die „alkalische Lösung“ infolge hochgradiger Peptisierung die völlige Verklumpung der Böden. Von einer Laterisierung ist keine Spur zu sehen. Der Zerfall der Feldspäte durch Hydrolyse in Tonerdehydrat und Alkalisilikat ist weder durch Experimente noch irgendwo in der Natur nachgewiesen. Wo reines heißes Wasser lange Zeit auf Gesteine einwirkt, z. B. in den Gasteiner Thermen⁹⁾, war von einer Zersetzung, geschweige der Laterisierung, nichts zu erkennen.

Dagegen scheint mir die Ansicht *Julius Mohrs* zuzutreffen. *J. Mohr* hat als Agrikulturchemiker lange Jahre die Böden in Niederländisch-Indien genau studiert. Was dieser Autor für die tropischen Böden findet, erinnert durchaus an die Gesetzmäßigkeiten der Bodenbildung im gemäßigten Klima und legt einen Vergleich zwischen dem Laterit und den entsprechenden Erscheinungen des gemäßigten Klimas, z. B. dem Ortstein, nahe. Zuvor sei noch das Nötige über die mikroskopische Erscheinung des Laterites mitgeteilt, welches für die Auffassung seiner Natur wesentlich ist.

3. Das mikroskopische Bild des Laterites.

*M. Bauer*¹⁰⁾ untersuchte Granit-, Diorit- und Diabaslaterit der Seychellen. Die Quarzkörner des Granites waren klar und unangegriffen geblieben. Die Stelle des Feldspates hatte ein helles, feinschuppiges Aggregat winziger, ziemlich stark doppeltbrechender Täfelchen und Plättchen unregelmäßiger Form und sehr schmaler Leistchen eingenommen. In parallelen Streifen fand eine Infiltration von Eisenhydroxyd statt. An Stelle der Hornblende und des Glimmers waren ähnliche, aber eisenreichere Umwandlungsprodukte vorhanden. Außerdem wurden alle möglichen Übergänge von diesen zu den ursprünglichen Mineralien beobachtet. In dem durch die Feldspatzersetzung entstandenen feinschuppigen Aggregat bestanden zahlreiche, rundliche Hohlräume, welche vielfach ganz oder teilweise mit neugebildetem, rotbraunem bis gelbbraunem Eisenhydroxyd erfüllt sind. Dieses hatte oft eine rundliche Oberfläche und bestand aus einer Anzahl dünner Schalen wie beim Glaskopf, auch radialfaserige Struktur war nachweisbar. Ganz das entsprechende Bild zeigten die Hornblende und der Feldspat des Dioritlaterites, nur fehlte hier der Quarz. Gleiches gilt für den Diabas-

laterit, bei welchem nur der Ilmenit frisch erhalten war. Die chemische Untersuchung ergab, daß das feinschuppige Aggregat in der Hauptsache aus Hydrargillit bestand. „Man hätte also *Pseudomorphosen von Hydrargillit nach den ursprünglichen Mineralien* (Feldspat, Hornblende, Glimmer, Augit usw.), wobei die Stärke der Eisenbeimengung wie in anderen Fällen bis zum Überwiegen des Eisenhydroxyds und sogar bis zu der fast vollständigen Verdrängung der Tonerde führen kann, in der Hauptsache von der Natur des ursprünglichen Gesteins und dessen größerem oder geringerem Gehalt an eisenreichen Gemengteilen abhängt.“

*G. C. du Bois*¹¹⁾ unterscheidet zwischen Oberflächen- und Teufenbildungen des Laterits. Der sehr eisenreiche Oberflächenlaterit eines Diabases zeigte u. d. M. außer undurchsichtigen oder nur durchscheinenden roten Eisenoxydmassen Bruchstücke einer rötlich gefärbten amorphen Masse und stellenweise Kieselsäureskelette mit kleinen sparsamen sekundären Quarzkörnchen. Winzig kleine, schwarze, undurchsichtige Pünktchen deuteten auf Erz. Die ursprüngliche ophitische Struktur war nicht erhalten. Die Lateritkruste einer Diabasbombe zeigte unter dem Mikroskop rote und gelbrote Körner, Schuppen und Leisten anisotroper Natur. Neben diesen mehr oder weniger undurchsichtigen Eisenoxyd- und Eisenhydroxydflecken waren sparsam stark verwitterte Hornblenden, Epidotleisten, Titaneisenerz und Titanit zu erkennen. Bei dem Tiefenlaterit war u. d. M. stellenweise die diabasisch-körnige Struktur noch gut erhalten. Die Augitreste waren meist blaßgefärbt und polarisierten stark; auf den Spaltrissen war oft sehr reichlicher Limonit ausgeschieden. Von den Plagioklasleisten war nur noch ein trübes Zersetzungsprodukt vorhanden, welches unter gekreuzten Nicols dunkel blieb und an gefärbten Ton und kaolinartige Masse erinnerte. Die Quarzkörner zeigten eine der magmatischen Korrosion ähnliche Verwitterungsercheinung. In und um sie herum traten rundliche limonitartige Körnchen mit konzentrisch-schaliger Bildung auf. Nach den chemischen Analysen beurteilte *du Bois* die u. d. M. festgestellte amorphe Substanz als in Umsetzung befindliche Primärsilikate und kieselsäurereiche Neubildungen mit Eisenhydroxyd.

*A. Lacroix*¹²⁾ studierte zahlreiche Lateritprofile in Französisch-Guinea und unterschied zwischen einer oberen Konkretionszone und einer tieferen Zersetzungszone. In der erstgenannten war wie bei *du Bois* fast immer die ursprüngliche Struktur völlig verschwunden, nur selten erkannte *A. Lacroix* Feldspatsilhouetten, welche von Eisenmassen ausgefüllt waren. Dagegen fand *A. Lacroix*

⁹⁾ *H. Stremme*, Die Chemie des Kaolins. Fortschr. Min. 2, 1912, S. 115.

¹⁰⁾ *M. Bauer*, Beiträge zur Geologie der Seychellen, insbesondere zur Kenntnis des Laterits. N. Jahrb. Min. 1898, II, S. 196—205.

¹¹⁾ *G. C. du Bois*, Beitrag zur Kenntnis der surinamischen Laterit- und Schutzrindenbildungen. Tschern. Min. u. Petr. Mitt. 22, 1903, S. 1—61. Hierin ausführliche Literatur mit Inhaltsangaben.

¹²⁾ *A. Lacroix*, Les Latérites de la Guinée. Nouv. Arch. du Muséum, 5, V, 1913, Paris 1914, S. 255—356.

in der Tiefenzone oft die Hydrargillit-Pseudomorphosen nach Feldspat, welche *M. Bauer* beschrieb. Außerdem aber wurden auch Tone in den Mineralumrissen z. B. des Nephelins gefunden. Pyroxen und Olivin fand *A. Lacroix* in Gemenge von kolloider Tonerde und Eisenoxyd umgewandelt.

Diese Übersicht zeigt, daß eine Umwandlung von Feldspat, Glimmer, Hornblende, Augit und anderen Mineralien in Hydrargillit und Limonit neben einer tonigen Zersetzung dieser Mineralien festzustellen ist. Bei der kaolinartigen Zersetzung — auch *A. Lacroix* nennt oft wie *du Bois* Kaolin und weist ihn chemisch nach — findet eine Abgabe von Tonerde nicht statt. Die Umwandlung der genannten Mineralien in Hydrargillit verlangt jedoch eine starke Zufuhr an Tonerde. Im Kalifeldspat bildet die Tonerde weniger als den fünften Teil der Masse, bei Hydrargillit mehr als zwei Drittel. Das spezifische Gewicht beträgt für jenen 2,65, für diesen 2,35. Noch stärker muß die Tonerdezufuhr bei einer Umwandlung von Hornblende oder Augit in Hydrargillit sein. Entsprechendes gilt z. B. für das Eisenoxyd der Eisenkrusten der Granitlaterite, wie sie vielfach beschrieben sind. Diese Zufuhr von Tonerde und Eisenoxyd kann nicht aus der Tiefe kommen, da dort das unzersetzte Gestein ansteht, sondern lediglich aus oberen Horizonten, welche allerdings dort, wo die Laterite nackt zutage treten, fehlen. Diese Überlegung trifft also mit der *J. Mohrs* zusammen. Daß eine solche Infiltration im feuchten Klima vorhanden ist, zeigt eine Betrachtung der mittel- und nordeuropäischen Waldböden.

4. Die Umlagerung der Sesquioxyde in den mittel- und nordeuropäischen Waldböden.

Die Literatur über dieses Phänomen ist sehr ausgedehnt. Ich verweise hierüber insbesondere auf die nachstehenden Zusammenfassungen¹³⁾. Eine Analyse, welche das Verhalten der Sesquioxyde deutlich kennzeichnet, ist die nachstehende *M. Helbig's*, eines Schwarzwälder Waldbodens.

Diese Analysen, insbesondere die Molekularzahlen zeigen eine starke Auslaugung der Sesquioxyde, des Kalkes und der Phosphorsäure und eine mittlere der Magnesia und der Alkalien aus der Oberkrume (Bleisand) und den Niederschlag der ausgelaugten Sesquioxyde und der Phosphorsäure im mittleren Horizont, dem Ortstein. Diese Umlagerung findet gesetzmäßig in allen Waldböden der gemäßigten Zone statt. Stets ist die Oberkrume ausgelaugt und arm an salzsäurelöslichen Stoffen, an den sogen. Bodenzeolithen, unter denen vielfach bei der Analyse alle salzsäurelöslichen Tonerdesilikate mitgefaßt werden. Diese stellen nach *M. Müntz* den Hauptanteil der Materialien, an

	A.		B.		C.	
	Bleisand		Ortstein		Granit	
	Gew.-Proz.	Mol.-Verh.	Gew.-Proz.	Mol.-Verh.	Gew.-Proz.	Mol.-Verh.
SiO ₂	81,4562	100	62,8255	100	69,6140	100
Al ₂ O ₃	10,2232	7,41	18,5572	17,38	15,2354	12,86
Fe ₂ O ₃	1,3781	0,51	4,7998	2,87	2,3316	1,26
MnO	0,1065	0,11	4,1361	5,53	1,1242	1,36
CaO	0,1742	0,23	0,7796	1,32	0,9700	1,49
MgO	0,5682	1,04	0,6273	1,50	0,6888	1,48
K ₂ O	3,9016	3,07	4,4778	4,54	5,1967	4,77
Na ₂ O	3,6354	4,33	4,6283	7,11	5,4671	7,60
P ₂ O ₅	0,2856	0,15	0,8903	0,60	0,5809	0,35
Summe	101,7290		101,7219		101,2087	

welchen die Oberkrume verarmt. „Die Sesquioxyde, welche aus den obersten Schichten aufgelöst und suspendiert werden, wandern mit verschiedenen anderen Stoffen, wie Humusstoffen, Kieselsäuresol, den Kationen Ca, Mg, K, Na und Anionen von Schwefelsäure, Phosphorsäure und Kohlensäure tiefer. In der B-Schicht fallen die Sesquioxyde mehr oder weniger aus, und zwar so, daß die Tonerde zum größten Teil ausfällt, während das Eisenoxyd sich verschieden verhält. In den Eisenoxydböden, welche weniger Humusstoffe und reichlicher Elektrolyte enthalten, fällt das Eisenoxyd hauptsächlich aus, wohingegen es in den Humuspodsolböden, welche reich an Humusstoffen und arm an anorganischen Elektrolyten sind, zum größten Teil nicht ausfällt, sondern tiefer, sogar bis zum Grundwasser wandert“ (*B. Aarnio*)¹⁴⁾.

In großer Zahl liegen Profilaufnahmen solcher Waldböden vor. Ich gebe nachstehend zwei derartige wieder (1. vergl. *H. Stremme*, S. 31; 2. vgl. *K. Glinka*, S. 69).

1. Hinterer Heinzelbergkopf im Schwarzwald (*K. Rau*).

- A₁ 10–20 cm schwarzer sandiger Humus.
- A₂ 20–45 cm grauer, leichttrüthlicher humoser Sand.
- B₁ 20–50 cm steinharter, rostrotbrauner Ortstein.
- B₂ mindestens 40 cm rostiger, verfestigter, dazwischen etwas rostiger Sand.
- C mittlerer Hauptbuntsandstein.

2. Kreis Dorogobush, Gouv. Smolensk. (*Tumin*.)

- A₁ 14 cm hellgrau, mit dunkler Nuance; teilt sich beim Zerbröckeln leicht horizontal. Runde, 1–2 cm im Durchmesser haltende Eisenkonkretionen in kleiner Menge.
- A₂ 11 cm weißlich, geschichteter, poröser Horizont, Eisenkonkretionen seltener.
- B 120 cm braun mit weißlichen Kalkflecken und Streifen; geschichtet; in 90 cm schwache Rostflecken; Eisenkonkretionen selten.
- (B oder) C brauner, lößartiger Lehm mit Rostflecken.

¹³⁾ *K. Glinka*, Die Typen der Bodenbildung, Berlin 1914, S. 66–101.

H. Stremme, Die Verbreitung der klimatischen Bodentypen in Deutschland, Branca-Festschrift, Berlin 1914, S. 27–53.

¹⁴⁾ *B. Aarnio*, Über die Ausfällung des Eisenoxydes und der Tonerde in finnländischen Sand- und Gausböden, Helsingfors 1915, S. 73. Podsol ist die russische Bezeichnung für die Waldböden mit Bleichhorizont (Bleisand), dessen bleiche Farbe durch bleichen Humus hervorgerufen wird.

Waldböden haben in Deutschland unter der dunklen Oberkrume zumeist einen hellgrauen bis weißen Horizont, welcher durch einen helleren Humus gefärbt ist. Feldböden haben in der Regel einen grau- bis schwarz- bis lichtschokoladebraunen oder auch schwarzen Humushorizont. Der Bleichhorizont ist bei solchen nur in frisch gerodetem Gebiet vorhanden und verschwindet allmählich.

Der B-Horizont, in welchem der Niederschlag der Sesquioxide stattfindet, hat in sandigen und grandigen Waldböden oft eine Verhärtung durch Konkretionen oder harte Schichten, den Ortstein, erfahren. Seltener ist eine solche in Lehm Böden, und in Tonböden findet man sie nur ausnahmsweise. Die bindigen Böden haben mehr Flecken oder Spaltenabsätze oder sind völlig rostig gefärbt. Es herrscht eine große Mannigfaltigkeit in der Ausbildung wie auch in der Farbe: gelbrot, gelbbraun, braungelb, rotgelb, braunrot, rotbraun, türkischrot; kaffeebraun, schwarzbraun oder schwarz von Humus, schwarz von Mangan. Zumeist überwiegen die Farben des Eisenrostes. Ortsteinbänke finden sich in großer Verbreitung in sandigen Gebieten, so in Westfalen, Hannover, Schleswig, auch im Gebirge, wie im Schwarzwalde. Der Ortstein ist ein arger Forstschädling, der den Baumwuchs zum Kümern und Absterben bringt. Die typische Vegetation der Ortsteingebiete ist die Heidevegetation. Bei Feldböden sieht man im hügeligen Gelände an Abhängen häufig die rostfarbenen Untergrundfarben neben den Humusfarben hervortreten. In Becken und Flußtälern findet man Niederschlag von Raseneisenerz, das auch in eisenärmeren Varietäten meist schichtig, bisweilen tonig-klumpig den Grundwasserspiegel als Gleichhorizont kennzeichnet. Wie *B. Aarnio* ausgeführt hat, kommt das Eisen bei Gegenwart von viel Humuslösung im Humusortstein bzw. dessen unverfestigten Stellvertretern nur teilweise zum Absatz, es wird hauptsächlich dem Grundwasser zugeführt. Daher die eisenreichen Grundwässer in Gegenden, welche die Umlagerung der Sesquioxide im Boden zeigen.

Sowohl in bezug auf die Analysen wie in bezug auf die Profilverhältnisse, Ausscheidungen von Raseneisen und Grundwasserablagerungen herrscht eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den Erscheinungen des gemäßigten Klimas und denen der Tropen, insbesondere der lateritführenden.

5. Laterit-Analysen und -Profile.

Nachstehend gebe ich die summierten Zahlen eines Lateritprofils von Fatoya wieder, welches *A. Lacroix* in seiner oben zitierten Arbeit in Partianalysen veröffentlicht hat.

Nach diesen Analysen unterscheidet sich die untere Zone vom Glimmerschiefer einerseits durch die Auslaugung der Alkalien und Erdalkalien, andererseits durch die Vermehrung der Sesquioxide und des Wassers. Im Vergleich mit dem oben wiedergegebenen Profil des Schwarzwälder Waldbodens würde die untere Zone des Glimmer-

	Obere Zone harter, gebänderter Block		Untere Zone (ohne Quarz) (oberer Teil)		Glimmer- schiefer (ohne Quarz)	
	Gew.- Proz.	Mol.- Zahl	Gew.- Proz.	Mol.- Zahl	Gew.- Proz.	Mol.- Zahl
Lösl. SiO ₂ . .	1,22	100 {	39,3	100	44,5	100
Quarz . . .	13,33		—	—	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	46,31	187,3	35,5	53,1	37,5	49,6
Fe ₂ O ₃ . . .	17,65	45,5	8,5	8,1	0,8	0,7
TiO ₂ . . .	0,19	1,0	1,3	2,5	1,0	1,7
CaO + MgO .	0,19	1,7	0,8	2,6	1,1	3,2
Na ₂ O . . .	—	—	0,35	0,9	0,9	2,0
K ₂ O . . .	—	—	1,3	2,1	6,9	9,9
H ₂ O . . .	21,40	490,3	11,0	93,3	7,6	56,9
Summe	100,00		98,05		100,3	

schiefers dem Ortsteinhorizont entsprechen, nur sind die charakteristischen Merkmale stärker ausgeprägt. Die obere Zone zeigt im Vergleich zum Glimmerschiefer eine wesentlich stärkere Auslaugung der Basen und eine ebenfalls wesentlich stärkere Vermehrung der Sesquioxide und des Wassers. Die Ortsteinmerkmale sind hier also noch erheblich mehr ausgeprägt. Ein Horizont, der dem Bleisande, also der humosen Oberkrume entspräche, fehlt (infolge Demudation).

Das nachstehende Profil, das ich aus Analysen kombiniert habe¹⁵⁾, welche *F. Jentsch* bzw. *R. Schwarz* von einem Kameruner Waldboden auf Gneis und *O. Hintze* von einem Kameruner Biotitgneis veröffentlichten, zeigt dagegen nur Oberkrume und unzersetztes Gestein. Zwischen beiden

	60 % Feinerde des humusarmen Gneis- bodens (die übrigen 40 % hauptsächlich Quarz)		Biotitgneis	
	Gew.- Prozent	Mol.-Zahl	Gew.- Prozent	Mol.-Zahl
SiO ₂ . .	78,35	100	63,40	100
Al ₂ O ₃ . .	9,51	7,1	15,22	14,1
Fe ₂ O ₃ . .	2,97	1,4	1,64	6,5
FeO . . .	—	—	4,18	
MnO . .	—	—	0,05	—
TiO ₂ . .	0,87	0,7	0,99	0,9
MgO . .	0,26	0,5	3,82	9,0
CaO . .	0,14	1,1	3,94	6,7
Na ₂ O . .	0,40	0,6	4,05	6,2
K ₂ O . .	2,65	2,2	1,58	1,6
H ₂ O . .	5,49	—	0,78	—
			(+ 0,42 P ₂ O ₅)	
			(+ 0,12 CO ₂)	
Summe	101,4		100,19	

¹⁵⁾ *H. Stremme*, Die Entstehung des Laterits. Ztschr. Ges. Erdk. Berlin 1916 (i. V.)

ist aber nach der Art der Zersetzung ein Horizont einzufügen, welcher die aus der Oberkrume ausgelaugten Sesquioxyside enthält. Dieser entspricht dem Laterit.

Wir sehen also hier die starke Auslaugung der Sesquioxyside und der Basen, nur noch wesentlich stärker, als sie bei dem Bleisand des Schwarzwaldes zu erkennen war. Eine Ausnahme macht scheinbar das Kali. Doch ist es möglich, daß der Gneisboden nicht aus einem Biotitgneis, welcher nach *O. Hintze* in Kamerun unter den Gneisen überwiegt, sondern aus einem der dort selteneren Muskovitgneise entstanden ist. In diesem Falle enthielte der Gneis erheblich mehr Kali als der auch für einen Biotitgneis recht kaliarme *Hintzes*.

Tatsächlich kommen in den Tropen unter der humosen Oberkrume überall die Horizonte vor, welche durch die Sesquioxyside bunt, in den Tropen überwiegend rot gefärbt sind, wie die nachstehenden Profile beweisen. Die besten und sorgsamsten Aufnahmen hat *W. Koert*¹⁶⁾ mitgeteilt:

1. Tiefbohrung Assátnu in Togo.

A	von 0 — 0,5 m	humussandiger Mutterboden,
B, {	" 0,5— 1,3 "	Krusteneisenstein,
	" 1,3— 3 "	roter Eluviallehm,
	" 3 — 75,5 "	klüftiger, zu oberst noch stark verwitterter Hornblendegranatgneis,
zu oberst nach B, darunter C		tiefer granatführender Biotitgneis.

2. Tiefbohrung Glikópe in Togo.

A	von 0 — 1 m	schwach humoser grober Sand,
B	" 1 — 1,5 "	graubrauner kalkfreier Lehm mit spärlichem Roherz,
B mit Gleichhorizonten	" 1,5— 19,5 "	grauer bis bräunlicher, glimmerreicher, bald mehr sandiger, bald mehr toniger Verwitterungsboden des Biotitgneises, zwischen 10,5 und 15 m kalkig, sonst kalkfrei,
	" 19,5— 35 "	fester klüftiger Biotitgneis mit reichem Grundwasserzutritt, Spiegellage in 23,1 m unter Flur.

3. Brunnen in Gádja in Togo.

A	von 0 — 0,8 m	humussandiger Boden,
B	" 0,8— 2 "	Quarzschnitt mit Krusteneisenknauern, darunter grauen grobsandigen bis kiesigen Lehm mit geringem Wasseraustritt in seinem oberen Teile. Der Lehm enthielt eckige Bruchstücke von Pegmatit, allem Anschein nach ein aus pegmatitführendem Gneis hervorgegangener Eluviallehm.
Gleichhorizont		

4. Tiefbohrung am Yoto bei Nuatjä in Togo.

A	von 0 — 0,5 m	humoser Verwitterungsgrus,
B ₁	" 0,5— 1 "	Krusteneisen in Knauerform,
B ₂	" 1 — 2,2 "	sandiger Verwitterungsgrus des Gneises,
B ₃	" 2,2— 5,5 "	verwitterter Biotitgneis,
C	" 5,5— 146 "	frischer Biotitgneis.

¹⁶⁾ *W. Koert*, Der Krusteneisenstein, a. a. O. S. 25—28.

5. Tiefbohrung Amakpavhé in Togo.

B	von 0 — 4 m	Krusteneisenstein,
B mit Glei?	" 4 — 6,5 "	glimmerreiche Verwitterungsletten, oben bräunlich, tiefer grau,
C	" 6,5— 76 "	granatführender Zweiglimmergneis, Wasserspiegel in 24 m unter Flur.

Von diesen Profilen zeigen 1—4 die humose Oberkrume, 5 dagegen beginnt mit dem Krusteneisenstein. In den Profilen 2 und 3 sind dort, wo das Grundwasser steht, lehmige und tonige Beimengungen in den sonst mehr sandigen Böden angegeben. Ich habe diese mit „Glei“ bezeichnet. *K. Glinka*¹⁷⁾ hat in seinem Werk über die Bodentypen diese Bezeichnung angewandt. Ich selbst¹⁸⁾ konnte entsprechende Grundwasserablagerungen in Deutschland nachweisen, *B. Frosterus*¹⁹⁾ schrieb über solche Böden in Finnland. Also auch hierin besteht volle Übereinstimmung zwischen den tropischen Böden und den im mittel- und nordeuropäischen humiden Gebiet zu findenden.

Aus der Regentschaft Palembang auf Sumatra und von Malakka hat *R. Lang*²⁰⁾ zwei Profile mitgeteilt, welche Humusboden über Laterit zeigen.

6. Straßeneinschnitt durch einen Hügel bei Palembang.

Mächtigkeit		
A	25 cm	brauner, lockerer, von zahlreichen Wurzelresten durchsetzter Boden mit zahlreichen Bohnerykörnern,
	30— 35 "	etwas hellerer brauner Lehm mit zahlreichen Bohnerykörnern und Wurzelresten,
	60— 80 "	weiß und lilafarbener schmutziger Laterit mit vereinzelt Wurzelresten,
	120— 130 "	oben z. T. lilafarbener, darunter violettrot und rein weiß gefärbter Laterit mit erkennbarer Schichtung,
B	20— 30 "	ziegelrot gefärbte Schicht,
C	250 "	graublauer bis grauschwarzer, sandiger Ton.

7. Eisenbahneinschnitt bei Niyor, Sumatra.

A	1,5— 2 m	braungelb verwitterter Boden mit Bohnerz,
B	2 — 4 "	Laterit,
C	bis 0,6 "	schwarzer, geschichteter Ton.

*J. Walther*²¹⁾ hat die nachfolgenden Bodenprofile tropischer Böden mitgeteilt, welche *F. Wohltmann* im Landwirtschaftlichen Institut zu Halle in Glaszylindern aufgestellt hat. Allerdings

¹⁷⁾ *K. Glinka*, Die Typen der Bodenbildung, a. a. O. S. 74.

¹⁸⁾ *H. Stremme*, Die Verbreitung der Bodentypen in Deutschland, a. a. O. S. 42.

¹⁹⁾ *B. Frosterus*, Versuch einer Einteilung der Böden des finnländischen Moränengebietes, Helsingfors 1914, S. 69.

²⁰⁾ *R. Lang*, Geologisch-mineralogische Beobachtungen in Indien, 3, Centralbl. Min. 1914, S. 141.

²¹⁾ *J. Walther*, a. a. O. S. 50.

reichen diese nicht bis zum unverwitterten Gestein, zeigen aber zumeist die Überlagerung des Laterites durch humose Oberkrumen.

- | | |
|------------|---|
| | 8. Französisch - Senegambien (Pflanzung Colin): 25 cm grauer Boden mit scharfer Grenze, darunter hellroter Laterit, |
| Togo: | 9. Lome (Pflanzung Kpeme): 15 cm brauner Boden, darunter roter Laterit, |
| | 10. Misahöhe (Pflanzung Douglasshöhe): 30 cm bräunlicher Boden, darunter dunkelroter Laterit, |
| Kamerun: | 11. Bali (Pflanzung Baliberg): 27 cm brauner Boden, darunter roter Laterit, |
| | 12. Station Jaunde: 30 cm gelbroter Boden, darunter roter Laterit, |
| Ostafrika: | 13. Handei (Pflanzung Magrotto): 25 cm braunroter Boden, darunter hellroter Laterit, |
| | 14. Pangani (Pflanzung Kikogwe): 25 cm dunkelgrauer, 20 cm braunroter Boden, darunter roter Laterit, |
| | 15. Pangani (Pflanzung Hale): 25 cm braunroter Boden, darunter roter Laterit, |
| Karolinen, | |
| Ponape: | 16. 30 cm Braunerde, darunter typische Roterde, |
| | 17. 35 cm Braunerde, darunter normaler Laterit, |
| Brasilien: | 18. Linha Sorocabana: 20 cm Braunerde, darunter dunkelroter Laterit mit Kieselkonkretionen. |

Von diesen Profilen geben Nr. 12 und wohl auch 13 und 15 keine humose Oberkrume an, sondern, wie es ähnlich in Deutschland an den Abhängen überall zu sehen ist, die Untergrundfarben an der Oberfläche.

Über die Verteilung der Untergrundfarben an der Oberfläche in den Tropen hat sich *P. Vageler*²²⁾ für die Landschaft Ugogo in Deutsch-Ostafrika geäußert. Dort kommen die eluvialen Roterden nur an den steileren Berghängen vor, an dessen Fuß die umgelagerten Roterden in horizontaler Lagerung zu finden sind. Die Höhen und Plateaus werden von eluvialen Grauerden bedeckt, die Senken von alluvialen. Obwohl „man viel von einem roten Ugogo spricht“, und auch der Reisende beim Durchqueren auf der alten zentralen Karawanenstraße diesen Eindruck gewinnt, nehmen die eluvialen Roterden, die ganz vereinzelt auch in Laterit im Sinne *M. Bowers* übergehen, doch eine Flächenausdehnung von nur 0,1 % der Ugogoböden ein, während die Gesamtausdehnung der eluvialen und alluvialen Roterden sich auf rund 6 % der gesamten Bodenbildungen beläuft. Die übrigen 94 % verteilen sich auf die verschiedenen Arten der durchschnittlich humusreicheren Grauerde. Ugogo ist eine verhältnismäßig trockene Landschaft, die bei etwa 20° mittlerer Jahrestemperatur nur 750 mm Niederschlag

hat, der hauptsächlich in den Monaten Dezember bis März fällt. Die Vegetation Ugogos ist überwiegend die der Steppe, von der Grassteppe bis zur Buschsteppe. Auch dichter Laubbusch ist vertreten, in dessen Gebiet die Roterden hauptsächlich vorkommen.

In den Pflanzungen der Umgegend von Batavia hat *R. Lang*²³⁾ beobachtet, daß auf solchen Stellen, welche sich, wenn auch nur um wenige Meter, über das Flachland herausheben, bei geringer oder fehlender Bewachsung die rote Untergrundfarbe durch die nur wenig mächtige Humuskrume durchschimmert. Die Bodenbearbeitung hat die rote Komponente des Untergrundes mit der braunen der Humuskrume vermischt. *R. Lang* erwähnt aus den Waldungen Javas, Sumatras und Malakkas Anhäufungen von Walddang, Moder und Moostorf (welche er fälschlich als Rohhumus [= Trockentorf] bezeichnet). Auch Schwarzwässer und Eisenniederschläge in Bächen, „schillernde Eisenhäutchen auf der Oberfläche und ölig-schmierige Eisenhydroxydablagerungen“, hat *R. Lang* beobachtet. Aus diesen pflegt Raseneisenstein zu entstehen. *W. Bornhardt* und andere Autoren hatten solchen aus Afrika beschrieben. *W. Koert* hält aber diese Vorkommen zumeist für Krusteneisensteine, d. h. Teile der B-Horizonte bzw. spätere Verfestigung solcher in Sümpfen, welche während der Regenzeit sich bilden. Doch fand *W. Koert* in den periodischen Wasserläufen der Tropen häufig Verkittungen von Sand und Schotter durch Brauneisenstein, also echte Raseneisenerze. Zahlreiche Autoren haben Eisenkrusten in Indien, Afrika und auch sonst in den Tropen als Oberfläche ebener von Flußläufen zerschnittener Plateaus kennen gelernt. *Arnold Schultze* hat Eisenkrusten auch unvermittelt mitten im Kameruner Urwald angetroffen, wo plötzlich fast völlig kahle Stellen auftreten. Auf solchen fast kahlen Krusten über Glimmerschiefer fand *A. Lacroix*²⁴⁾ bei Fatoya (Franz. - Guinea) zahlreiche verlassene Termitenhäufen, welche aus Quarzkörnern bestanden, die durch limonitische und beauzitische Bindemittel verkittet waren. Diese Termitenhäufen dürften Überreste der ehemaligen Oberkrume sein, welche sonst in allen Fällen, in denen die Lateritkrusten die Oberfläche bilden, wie bereits *F. v. Richthofen* ausführte, fortgewaschen ist.

6. Vergleich zwischen den Waldböden des gemäßigten Klimas und der Tropen.

Auf Grund der vorstehenden Zusammenstellung von Beobachtungen, Profilaufnahmen und Analysen ergibt sich, daß in den Tropen wie im gemäßigten Klima unter der Waldvegetation eine Umlagerung der Sesquioxide (insbesondere der Tonerde und des Eisenoxides) aus der Oberkrume in den darunter liegenden Bodenhorizont stattfindet, unter welchem das unzersetzte Gestein

²³⁾ *R. Lang*, Geologisch-mineralogische Beobachtungen in Indien, 2, Centralbl. Min. 1914, S. 514.

²⁴⁾ *A. Lacroix*, a. a. O. S. 310.

²²⁾ *P. Vageler*, Ugogo I, Beiheft 1/2 zum Tropenpflanzer, XVI, 4. (1912), S. 37 ff.

ansteht. Im humiden gemäßigten Klima entsteht auf diese Weise Ortstein und Eisenstreifen und -flecken (wie A. Orth die schwächeren Anhäufungen der Sesquioxyde im B-Horizont nannte). Hier überwiegt die gelb-rot-braune Farbe des Eisenrostes, doch wechseln die Farben sehr um diese herum. Aber auch Humusfarben kommen im B-Horizont vor. Gleibildungen am Grundwasserspiegel, Eisenabscheidungen und Raseneisenerze in den Bächen zeigen weitere Spuren des Verbleibes der aus der humosen Oberkrume ausgelaugten Sesquioxyde. In den Tropen dagegen überwiegt die türkischrote Farbe, doch geht sie auch in gelb, braunrot und schwarz über. In den feuchten Tropen ist die Intensität der Verwitterung besonders groß. Es finden sich Eisenkrusten, Tonerdeknollen, die Verwitterungshorizonte sind oft sehr mächtig. Humus scheint im Abscheidungs- (Illuvial-) Horizont zu fehlen. Auch in den Tropen findet man am Grundwasserspiegel Schlammablagerungen des Grundwassers, die sogenannten Gleichhorizonte, ferner auch Eisenhydroxydniederschläge und später daraus entstandene Raseneisenerze in den Wasserläufen. Der Gegensatz der überwiegenden Farbe rührt daher, daß die hohe Temperatur der Tropen das im Illuvialhorizont abgeschiedene Eisenhydroxyd in die türkischroten wasserarmen Eisenhydrate Turjit oder Hydrohämatit oder in das ebenfalls türkischrote wasserfreie Oxyd umwandelt, während im kühleren Klima überwiegend der wasserreichere Limonit gebildet sein dürfte²⁵⁾.

7. Die Definition des Begriffes Laterit.

Als Definition des Begriffes „Laterit“ ergibt sich: Der Laterit ist eine Illuvialbildung der tropischen Wälder, ausgezeichnet durch bunte, aber überwiegend türkischrote Farbe und durch die oft die Form von Konkretionen und Krusten annehmende Ausscheidung der Sesquioxyde. Es lassen sich auf diese Weise zweckmäßig alle die genannten Definitionen, welche alle etwas Richtiges haben, miteinander vereinigen. Von den Theorien der Lateritbildung erwiesen sich als zutreffend die von F. v. Richthofen und J. Mohr geäußerten.

Die Flora der Eiszeit und ihre Spuren in der Gegenwart.

Von Dr. Peter Stark, Leipzig.

(Schluß.)

4. Die Fauna der Vereisungsperiode.

Obwohl die bisherigen Daten sich allein schon zu einem durchaus einheitlichen Bilde zusammenschließen, wird es sich trotzdem empfehlen, einen kurzen Blick auf die glaziale Fauna zu werfen, um festzustellen, ob Tier- und Pflanzenwelt im Einklang miteinander stehen. Da ist es denn zu-

nächst zu bedauern, daß Floren und Faunen meist getrennt voneinander auftreten, so daß sich die Schichten häufig nicht genau parallelisieren lassen. Glücklicherweise gibt es einige Ausnahmen. So liegen die Reste von Gletscherweiden, die im südlichen Baden (Rümmingen) nachgewiesen wurden, in einem Glazialton, der neben Mammutknochen eine reiche Schneckenfauna birgt. Im Verein mit einigen kosmopolitischen Arten treffen wir hier in sehr zahlreichen Gehäusen die arktisch-alpine Collumella Gredleri und die im Diluvium weit verbreitete, jetzt nur noch da und dort in den Alpen lebende Vertigo parcedentata. Entsprechend liegen die Verhältnisse bei Merzhausen (Südbaden). Andere Glazialfloren enthalten Beimengungen von Käfern. So fanden sich bei Schwerzenbach im Schweizer Mittelland 12 Koleopteren, darunter 6 alpine, bei Deuben 8 Käferarten, 2 arktisch-alpine und eine arktische (Carabus groenlandicus). Seltener sind Reste von Säugetieren. Ausgestorbene Formen, wie das Mammut, kommen für uns weniger in Betracht, da wir mit ihren klimatischen Ansprüchen nicht vertraut sind. Von großer Bedeutung ist dagegen die Fauna, welche die glaziale Moosflora von Schussenried in Württemberg begleitet. Die hier gefundenen Säuger — Rentier (Cervus tarandus), Vielfraß (Gulo borealis) und Eisfuchs (Canis lagopus) verdienen deshalb unsere Aufmerksamkeit, weil sie der Tundrenfauna angehören, die das heutige Nordsibirien besiedelt. Solche Tundrenfaunen waren aber, wie Nehring nachweisen konnte, während der Diluvialzeit auf dem europäischen Kontinent weit verbreitet. Nehring zählt 39 Fundpunkte auf, an denen die beiden leitenden Arten, Halsbandlemming (Myodes torquatus) und obischer Lemming (M. obensis) gefunden wurden. Doch beziehen sich diese Angaben bloß auf den Stand der Kenntnisse vor 1890. Meistens liegen die Lemmingreste isoliert; im Gipsbruch von Tiede treten jedoch folgende arktische Formen hinzu: Eisfuchs (Canis lagopus), Schneehase (Lepus variabilis), Rentier (Cervus tarandus), Schneehuhn (Lagopus nivalis), Moschusochse (Ovibos moschatus) u. a. Solche Befunde führen Nehring zu der Annahme, daß während der Eiszeit zwischen Alpen und Nordlandseis eine Tundrenfauna gewohnt hat; diese Folgerungen stehen in schönstem Einklang mit den botanischen Ergebnissen. Die diluvialen Moos- und Flechtentundren boten der Lemminggenossenschaft eine Heimstätte, die denselben Charakter besitzt wie gegenwärtig in Sibirien.

5. Die Flora der Interglazialzeiten.

Wir haben bisher die Verhältnisse so dargestellt, wie wenn bloß eine einzige Vereisungsperiode existiert hätte. In Wirklichkeit nimmt man jetzt fast allgemein für das Diluvium 3 Eiszeiten — für die Alpen sogar 4 — an. Jeder Vereisungsperiode entspricht eine bestimmte Glazialflora, und wir können darnach die verschiedenen

²⁵⁾ H. Stremme, Die wasserhaltigen und wasserfreien Eisenoxydbildungen in Sedimentgesteinen, Ztschr. prakt. Geologie 1910, S. 18.

Fundstätten in 3 verschiedene Kategorien gliedern. So werden die Glazialsande von Honerdingen (Lüneburger Heide) zum ersten, die Glazialtone von Klinge zum zweiten Glazial gezählt. Die meisten Fundpunkte — so alle die, auf welche wir unsere bisherige Darstellung stützen — gehören der letzten Eiszeit an. In manchen Fällen freilich bereitet die historische Einfügung Schwierigkeiten, und wir können hier auf detailliertere Betrachtungen um so mehr verzichten, als sich bisher keine Anhaltspunkte dafür boten, daß die verschiedenen Glazialfluren in prinzipiellen Punkten voneinander abwichen.

Um so mehr Beachtung verdient dagegen die Frage, wie das Florenbild sich in den verschiedenen Interglazialzeiten gestaltete. Aus diesen Epochen sind uns so viele Pflanzenreste erhalten geblieben, daß wir in der Lage sind, uns eine ziemlich genaue Vorstellung des damals herrschenden Vegetationscharakters zu machen; dabei können wir der Einfachheit halber wiederum auf eine besondere Behandlung der ersten und der zweiten Interglazialzeit verzichten; denn ein allgemein durchgreifender floristischer Unterschied läßt sich kaum feststellen.

Vergleicht man die Pflanzenwelt der Interglazialzeit mit derjenigen der Gegenwart oder mit jener, die im Beginn des Diluviums, unmittelbar vor der ersten Vereisung Mitteleuropa besiedelte, dann ergeben sich nur unbedeutende Kontraste. Ausgestorbene Arten und solche, die heute dem Gebiet fehlen, sind recht vereinzelt. Daraus können wir schließen, daß die ursprüngliche Flora durch die Eiszeiten nur verdrängt, nicht vernichtet wurde und in den Interglazialzeiten sofort die Rückwanderung antrat.

Greifen wir das Charakteristische an den interglazialen Floren, deren Reste in den Schweizer Schieferkohlen, den Kalktuffen von Taubach, Flurlingen, Cannstatt und an vielen andern Stellen erhalten geblieben sind, heraus; dann ist in erster Linie der ungemeine Reichtum an Baumarten zu nennen. Rekonstruieren wir uns danach ein Vegetationsbild jener Phase, dann haben wir uns üppige Mischwälder zu denken, in denen wohl Eichen und Linden die Vorherrschaft führten; dazwischen standen aber auch Tannen und Fichten und an Laubhölzern: Pappeln, Birken, Buchen, Ulmen, Eschen, Erlen und Ahornarten. Kurzum, wir treffen fast vollzählig alle Formen, die jetzt unsere Wälder zusammensetzen. Im Einklang damit steht die Untervegetation. Da haben wir zunächst mannigfaches Gebüsch, Sträucher von Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*), Faulbaum (*Rh. Frangula*), Pfaffenkäppchen (*Evonymus europaeus*), Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Schneeball (*Viburnum*) und Stechpalme (*Ilex*) und darunter einen Bodenteppich von Schattenblümchen (*Majanthemum*), Maiblumen (*Convallaria*), Erdbeere (*Fragaria*), Veilchen (*Viola*) und Efeu (*Hedera*). Aber diese interglazialen Wälder haben doch auch ihr Besonderes. Wir treffen in ihnen nämlich drei Arten

an, die bei uns in der Gegenwart ein sehr zerstücktes Areal besitzen. Es sind dies der Buchsbaum, die Eibe und die Stechpalme. Die beiden letzteren können geradezu als Leitformen gelten; und sie deuten vielleicht darauf hin, daß das Klima im Vergleich zu jetzt doch etwas milder, vielleicht gleichzeitig ein wenig wärmer und feuchter war.

Nach dieser Richtung hin weist auch eine Fundstätte, die schon seit langer Zeit in der Diluvialforschung eine große Rolle spielt, die Höttinger Breccie bei Innsbruck. Sie fällt so sehr aus dem Rahmen der sonstigen Interglazialfluren heraus, daß man sie bald ins Präglazial, bald ins Postglazial verlegte. Jetzt aber scheint sie eindeutig in der letzten Interglazialzeit untergebracht zu sein, denn sowohl im Hangenden, als auch im Liegenden sind Moränen nachgewiesen. Zur Zeit, da die Höttinger Breccie abgelagert wurde, lebte in über 1000 m Höhe eine Flora, die von der gegenwärtigen ganz erheblich abweicht. Zu Formen, die zwar in der Nachbarschaft einige 100 m tiefer wachsen, gesellen sich solche, die dem Gebiet überhaupt fremd sind; ich nenne hier nur die Eibe (*Taxus*), das immergrüne Kreuzkraut (*Polygala Chamaebuxus*), den Buchsbaum (*Buxus*), die großblütige Brunella (*Prunella grandiflora*) und vor allem die pontische Alpenrose (*Rhododendron ponticum*), die ganz andere Ansprüche macht als ihre alpinen Schwestern. Alle diese Arten verlangen ein wärmeres Klima als das gegenwärtige, nach Kerner etwa ein solches, wie es im Süden des Schwarzen Meeres herrscht (ca. 16° mittl. Jahrestemperatur!). Möglicherweise ist übrigens die Höttinger Breccie gar nicht gleichaltrig mit den Waldfluren, sondern entspricht einer besonderen Entwicklungsphase der Interglazialzeit. So nimmt v. Wettstein an, daß, während die Höttinger Strauch- und Baumvegetation die Berghänge besiedelte, in der Ebene eine Steppenflora heimisch war, daß sie also in die vielumstrittene Steppenzeit fällt.

6. Der Löß und die Steppenfrage.

Wir müssen bei der soeben angeschnittenen Frage ein wenig verweilen. Nach der bisherigen Schilderung könnte es scheinen, als ob der Florenwechsel im Diluvium lediglich durch ein wiederholtes Pendeln zwischen Wald- und Tundravegetation gekennzeichnet wäre. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse aber zweifellos komplizierter.

Die Tatsache, daß an zahlreichen Punkten des deutschen Gebiets bis in die südwestdeutsche Ecke hinein Kolonien von Steppenpflanzen mit durchaus östlichem Charakter gedeihen, hat bei den Pflanzengeographen (*Aug. Schulz, E. H. L. Krause* u. a.) schon lange die Vermutung wachgerufen, daß während der Diluvialzeit einmal eine ausgeprägte Steppenzeit bestanden hat. Leider ließ sich diese Annahme durch diluviale Pflanzenfunde bisher nicht belegen. Das fällt aber deshalb

nicht so sehr ins Gewicht, weil Steppenablagerungen die denkbar ungünstigsten Bedingungen für die Erhaltung von Pflanzenresten bieten. Dafür hat die Hypothese von ganz anderer Seite eine wesentliche Stütze erfahren. Maßgebend waren in dieser Richtung wieder die Untersuchungen *Nehring's*, der in einer ganzen Reihe diluvialer Ablagerungen die Charaktertiere der sibirischen Steppe, den großen Pferdespringer (*Alactaga jaculus*) und das rötliche Ziesel (*Spermophilus rufus*) nachweisen konnte. In dem Gipsbruch von Westeregeln treten zu diesen Leitformen noch andere charakteristische Steppentiere, so der Bobak (*Arctomys bobac*), die Wühlmaus (*Arvicola gregalis*), und das diluviale Alter der Schicht wird durch die Reste des Nashorns (*Rhinoceros tichorhinus*) verbürgt. Diese Steppe entspricht allerdings nicht ganz den Anforderungen, die man speziell von botanischer Seite an sie gestellt hat. Es war keine Hitzesteppe, sondern eine solche von subarktischem Gepräge. Bezeichnend dafür sind gewaltige Temperatursprünge bei verhältnismäßiger Trockenheit, oder wie *Nehring* sich drastisch ausdrückt: Quecksilber gefriert, Eier backen. Und für die Physiognomie der Landschaft ist es bezeichnend, daß Waldwuchs höchstens in kleineren Oasen auftritt. So also hat Europa mutmaßlich in der Steppenzeit aus- gesehen.

Es erhebt sich nun die Frage, an welcher Stelle des diluvialen Florenwechsels die Steppe einzufügen ist. Dafür ergeben sich nach *Nehring* zweierlei Anhaltspunkte. Die Steppentiere liegen zumeist in lößartigen Bildungen, und wo Steppen- und Tundrenfaunen in demselben geologischen Profil vorkommen, da liegen die Horizonte des Pferdespringers stets unmittelbar über jenen des Lemmings.

Die erste Tatsache beweist, daß der Löß wirklich, wie schon aus anderen Gründen vermutet wurde, ein Produkt des Steppenklimas ist. Dafür spricht schon der Mangel an Schichtung, der auf äolische Bildung hinweist. Die Beobachtung in heutigen Steppen zeigt denn auch, daß hier durch die Tätigkeit des Windes Sedimente von demselben petrographischen Charakter zusammengeblasen werden. Der feine Staub setzt sich auf der Grasnarbe nieder, die er vollständig begräbt, so daß mit dem Zerfall der Gräser nur noch die feinen Kanälchen übrigbleiben, die ehemals von den Grasblättchen ausgefüllt waren. Eine solche Röhrenstruktur ist aber gerade für den Löß bezeichnend. Wir können also der Deutung zustimmen, auch wenn direkte botanische Belege dafür fehlen. Doch mag darauf hingewiesen werden, daß gerade an jenen Stellen, wo Löß abgelagert wurde und wo sich Reste des Pferdespringers fanden, heutzutage die schon erwähnten Parzellen von Steppenpflanzen anzutreffen sind: Pfiemen-gras (*Stipa*), Bartgras (*Andropogon*), Diptam (*Dictamnus*), Sonnenröschen (*Helianthemum*),

pontischer Beifuß (*Artemisia pontica*) und viele andere.

Woher stammt aber das Material, das in Gestalt von Löß abgesetzt wurde? Das setzt ja weite Strecken mit nur lockerer oder fehlender Vegetation voraus. Die Lagerung des Löß unmittelbar über den Tundrenschichten erleichtert uns die Antwort. Mit dem Rückgang des Eises wurden weite nackte Erdf Flächen frei, deren Besiedelung sicher lange Zeit in Anspruch nahm, und die trockenen Winde des kontinentalen Steppenklimas, die wohl in erster Linie für das rasche Abschmelzen verantwortlich zu machen sind, hatten reichlich Gelegenheit, die freiliegenden Moränen auszu- blasen.

Wir gelangen somit zu folgender Stufenfolge:

- I. Tundra: Lemmingfauna, Dryasflora, arktisch, feucht,
- II. Steppe: Pferdespringerfauna, subarktisch, trocken,
- III. Wald: Eichhörnchenfauna, Eichenflora, warm, feucht.

Wir schließen also die Waldperiode an die subarktische Steppenperiode an. Es ist jedoch möglich, daß eine wärmere, trockene Phase, eine höher temperierte Steppe etwa, einzuschalten wäre, die in die Zeit der Höttinger Breccie fiel.

Das aufgestellte Schema ist jedoch nicht so zu verstehen, daß die unterschiedenen Stufen scharf voneinander getrennt gewesen wären. Vielmehr war der Übergang nur langsam und kontinuierlich, und keine Epoche hat die Spuren der vorhergehenden vollständig verwischt. So barg die Steppe in höheren Lagen zweifellos noch Tundrenreste, und während der Waldperiode mögen an günstigen Stellen noch größere Steppengebiete bestanden haben. Darauf deuten schon die fremdartigen Einsprenglinge, denen wir da und dort in den Fundschichten begegnen. So treffen wir im Löß eine beträchtliche Anzahl arktisch-alpiner Schnecken, und in England, das ja durch seine ozeanische Lage gekennzeichnet ist, finden sich neben Resten von Gletscherweiden solche von Eibe (!), Hollunder und Faulbaum. Dazu kommt, daß die Floren der verschiedenen Interglazialzeiten ebenso wie die der verschiedenen Glazialzeiten untereinander eine auffallende Übereinstimmung zeigen. Wäre jede Flora durch die darauffolgende vernichtet worden, dann wäre diese Erscheinung unverständlich. Wir müssen daher schließen, daß zu jeder Zeit für das verdrängte Element Zufluchtsstätten vorhanden waren, und daß von hier aus bei einem erneuten Wechsel eine sehr rasche Neubesiedelung erfolgte.

Des weiteren ist darauf hinzuweisen, daß sich der skizzierte Phasenwechsel nicht nur in den Interglazialzeiten, sondern auch im Postglazial wiederholte. Dies legt ja schon die Existenz des jüngeren Löß nahe, der zweifellos in der Postglazialzeit entstanden ist. Aber wir haben noch festere Anhaltspunkte. Es ist dies die Fauna von

Schweizerbild bei Schaffhausen. Hier haben wir von unten nach oben:

- I. Tundrenfauna mit Lemming, Schneemaus, Alpenhase, Eisfuchs, Schneehuhn, Reh u. a.,
- II. Steppenfauna mit Zwergghase, Steppenhamster, Zwiebelmaus, Wildpferd, Wildesel u. a.,
- III. Waldfauna mit Edelhirsch, Baummarder, Eichhorn, Reh, Wildschwein.

Das ist also derselbe Rhythmus, dem wir in der Interglazialzeit begegnet sind.

7. Die Wandlungen in der Postglazialzeit.

Mit der Fauna von Schweizerbild sind wir schon in die Phase eingetreten, die in langem Wandel die Gegensätze zwischen der Hochglazialzeit und der Gegenwart überbrückt. Wir sehen, daß sich der Übergang am Fuße der Alpen über eine Steppenperiode vollzogen hat. Damit stehen die Vorstellungen im Widerspruch, die man sich auf Grund der Entwicklungsgeschichte der nordischen Moore gebildet hat. Vielfach ruhen die norddeutschen und skandinavischen Torflager unmittelbar auf glazialen Schichten mit der bekannten Dryasflora. In den Torfschichten selbst sind die Vertreter dieser Genossenschaften nur vereinzelt anzutreffen, und zwar in den untersten Horizonten. Dafür treffen wir aber neben Wasser- und Moorpflanzen, die natürlich die Hauptmasse des Torfs bilden, in allen Horizonten reichlich Baumreste der verschiedensten Art, die aber nicht regellos in den verschiedenen Höhenlagen verteilt sind, sondern eine ganz bestimmte Reihenfolge einhalten. Wir haben von unten nach oben folgenden Wechsel:

- I. Zone der Silberwurz (Dryas) mit arktischen Zwergsträuchern usw.,
- II. Zone der Birke (*Betula odorata*) und Espe (*Populus tremula*),
- III. Zone der Kiefer (*Pinus silvestris*),
- IV. Zone der Eiche (*Quercus*),
- V. Zone der Buche (*Fagus*) und Fichte (*Picea*).

Diese Stufenfolge kann nicht im Sinne einer einheitlichen Wärmezunahme aufgefaßt werden; vielmehr müssen wir einen leichten Anstieg bis zur Eichenperiode und dann einen leichten Abfall bis zur Gegenwart annehmen. Die Eichenperiode enthält nämlich eine ganze Reihe von Arten, die heute lange nicht mehr so weit nach Norden vordringen. Es sind dies die Stechpalme (*Ilex aquifolium*), die Haselnuß (*Corylus avellana*), der Fingerhut (*Digitalis purpurea*) und die Wassernuß (*Trapa natans*). Gerade die sehr zahlreichen postglazialen Fundstätten der Hasel- und Wassernuß fügen sich zu einem Verbreitungsbild zusammen, das von dem gegenwärtigen ganz erheblich abweicht.

Neben dieser ausgesprochenen Wärmeschwankung ist der hervorstechendste Zug in der nordischen Entwicklung der, daß jede Hindeutung auf

eine Steppenphase fehlt. Dieser Gegensatz braucht jedoch nicht zu einem absoluten Widerspruch erhoben zu werden. Denn es ist sehr wohl vorstellbar, daß während in Skandinavien und Norddeutschland ausgedehnte Wälder bestanden, in niedrigeren Breiten die Bedingungen für eine Steppenvegetation gegeben waren. Wir hätten demnach eine nördliche und südliche Facies zu unterscheiden (*Jerosch*). Dabei entspricht zweifellos die Dryaszone den arktischen Lemminghorizonten, während eine Gleichsetzung der übrigen Schichten im einzelnen heute noch auf Schwierigkeiten stößt. Wahrscheinlich ist aber die warme Eichenzeit an den Beginn der Eichhörnchenperiode zu stellen.

Im großen betrachtet steht die Postglazialzeit unter dem Zeichen von zwei großen, entgegengerichteten Pflanzenströmen: der Ausbreitung der wärmebedürftigen Elemente aus ihren Reliktstandorten und der Zuwanderung mediterraner und pontischer Formen aus Südfrankreich und dem Gebiet des Schwarzen Meeres auf der einen Seite und dem fortschreitenden Rückgang arktisch-alpiner Arten auf der anderen Seite. Bei diesem letzten Vorgang müssen wir noch ein wenig verweilen. Wie wir sahen, war während der letzten Eiszeit Deutschland von arktischen und alpinen Formen besiedelt, die trotz ihrer verschiedenen Herkunft einträchtiglich nebeneinander lebten. Als sich nun die Gletscher zurückzogen, da war diese Genossenschaft nicht mehr in tieferen Regionen existenzfähig und mußte ebenfalls die Rückwanderung antreten. Dabei kam es natürlich zu keiner der früheren Verhältnisse wiederherstellenden Entmischung, vielmehr fanden viele arktische Arten in den Alpen, viele alpine in der Arktis eine neue Heimstätte. Auf diese Weise kam der arktisch-alpine Typus zustande. Daß dieselben Verhältnisse zwischen den asiatischen Hochgebirgen und den Polargegenden und auch zwischen den eurasiatischen Hochgebirgen untereinander bestanden, brauchen wir hier nicht weiter berücksichtigen. Aber, wie unsere einleitenden Betrachtungen gezeigt haben, konnten sich einige Formen auch auf deutschem Boden behaupten. Sie folgten den schwindenden Gletschern in die Mittelgebirge nach, drangen in die höhere, zuvor vom Eis beherrschte Bergregion vor und fanden dort in steilen Schluchten, an den Felshängen der Kare und auf den Gipfelmatten, überall dort, wo der nachdringende Wald ihre Existenz nicht bedrohte, eine bleibende Zufluchtsstätte. Wir treffen sie da allenthalben in Felsritzen, auf alten Moränen, insbesondere an Stellen, die nördlich exponiert sind und an denen der Schnee am längsten liegen bleibt.

Solche Arten, die erst in der Postglazialzeit ihre jetzigen Gebiete eroberten, bezeichnet man als „wandernde Relikte“. Es gibt aber auch solche, die sich in der Tiefe an ihren ursprünglichen Verbreitungsbezirken halten konnten. Es

sind dies alle jene Formen, die auf den Mooren zu gedeihen vermögen. Aus der Dryasflora wären hier zu nennen: die Rasenbinse (*Scirpus caespitosus*), die Zwergbirke (*Betula nana*), die Krähenbeere (*Empetrum nigrum*) und die gemeine Bärentraube (*Arctostaphylos uva ursi*). Dazu gesellen sich eine ganze Reihe von Formen, für die ein Nachweis im Diluvium bisher noch nicht geglückt ist, so die Mehlprimel (*Primula farinosa*), der Frühlingsenzian (*Gentiana verna*), der Sumpfporst (*Ledum palustre*) u. a. Die Moore stellen also gewissermaßen Rettungseinseln für Glazialrelikte dar, und sie sind für diese Aufgabe aus bestimmten Gründen besonders geeignet: der Boden ist lange Zeit gefroren, die Vegetationsperiode also erheblich verkürzt; ferner ist die Lufttemperatur über den Mooren merklich kühler als in der Umgebung; schließlich fehlt auch die Konkurrenz mit den Waldpflanzen, die der arktisch-alpinen Genossenschaft so gefährlich ist. So können die Glazialpflanzen hier im Kampfe siegreich bestehen.

Von Bedeutung ist in dieser Hinsicht, daß die Zwergbirke in der Dryaszeit nicht auf Torfboden, sondern auf Ton wuchs. Mit dem Wärmerwerden des Klimas hat sie sich aber auf die physiologisch kalten Moore niedergelassen, wo sie ehemals viel weiter verbreitet war als in der Gegenwart; dies läßt sich aus den Torfuntersuchungen in der Schweiz, Deutschland und Skandinavien eindeutig beweisen. Indes steht das Schicksal der Zwergbirke nicht vereinzelt; vielmehr treten auch andere Vertreter des glazialen Vereins, die heutzutage selten sind, in tieferen Torfhorizonten geradezu in Massenvegetationen auf; es sind dies die Scheuchzerie (*Scheuchzeria palustris*), die Rasenbinse (*Scirpus caespitosus*) und eine Schlafmoosart (*Hypnum trifarium*), die mitunter ausschließlich den Torf zusammensetzen. Der Rückgang dauert also noch weiter an, und er reicht bis in die Gegenwart hinein. Angaben über das in historischer Zeit erfolgte Aussterben der einen oder der anderen Komponente sind in der Literatur recht häufig. Diese jüngsten Veränderungen beruhen zum größten Teil freilich auf dem Eingreifen des Menschen, der durch Entwässerung der Moore dem Vordringen anderer Pflanzenvereine Vorschub leistet.

Literatur.

Zur allgemeinen Orientierung seien hier einige neuere Arbeiten zitiert, in denen weitere Spezialliteratur verzeichnet ist:

1. *Brockmann-Jerosch*, Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Deltas bei Kaltbrunn. (Jahrb. d. St. Gall. Naturw.-Ges. 1909.)
2. *Jerosch, M.*, Geschichte und Herkunft der schweizerischen Alpenflora, Leipzig 1903.
3. *Nathorst, A. G.*, Neuere Erfahrungen von dem Vorkommen fossiler Glazialpflanzen. Geol. För. in Stockh., 1914.
4. *Stark, P.*, Beiträge zur Kenntnis der eiszeitlichen Flora und Fauna von Baden. Dissert. Naumburg a. d. S. 1912. (Ber. d. naturf. Ges. Freiburg, 19, 1912.)
5. *Weber, C. A.*, Versuch eines Überblicks über die Vegetation der Diluvialzeit im mittleren Europa. Naturw. Wochenschr. 1900.
6. *Weber, C. A.*, Die Mammutflora von Borna. Abh. d. naturw. Ver. Bremen, 23, 1914.
7. Wissenschaftliche Ergebnisse des internationalen botanischen Kongresses zu Wien 1905; Jena 1906. (Hierin Arbeiten von *Andersson, Drude, Engler, C. A. Weber* u. a.)

Besprechungen.

Aster, E. v., Einführung in die Psychologie. Aus Natur und Geisteswelt, 492. Bdch. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1915. 119 S. Preis M. 1,25.

Eine Einführung in die Psychologie gehört bei dem gegenwärtigen Stand dieser Wissenschaft zu den allerschwierigsten Aufgaben. Eine Einführung soll ja doch dem Fernerstehenden nicht nur mitteilen, was für positive Resultate die Wissenschaft erarbeitet hat, ja, sie wird von solchen nur eine sehr beschränkte Auswahl geben können, sondern sie soll vor allem zeigen, auf welchen Wegen die Wissenschaft wandelt, welche Hebel sie ansetzt, um die Alltags-Erfahrung in ein wissenschaftliches System umzuformen, wo sie diese Hebel ansetzt, kurz, sie wird vor allem die allgemeinsten Methoden und die methodologischen Voraussetzungen der Wissenschaft zur Darstellung zu bringen haben. Die Psychologie ist aber viel zu sehr mit Einzelproblemen beschäftigt gewesen; als neue Wissenschaft, das ist die moderne Psychologie trotz der Psychologie des Aristoteles, hatte sie ein viel zu großes Interesse daran, positive Arbeit zu leisten, zu klaren Resultaten zu gelangen, als daß man genügend zur Klärung ihrer Grundlagen gearbeitet hätte. So kommt es, daß gerade über die Voraussetzungen und damit über die theoretische Ausdeutung der Resultate unter den Psychologen größere Uneinigkeit herrscht als unter den Vertretern älterer Disziplinen. Freilich scheint jetzt die Zeit gekommen, daß positive Befunde selbst grundlegende Entscheidungen herbeiführen, aber noch sind diese Entscheidungen nicht gefallen oder noch nicht als solche anerkannt.

Der Forscher, der eine Einführung schreiben will, hat daher die Wahl zwischen zwei Möglichkeiten; entweder er zeigt alle verschiedenen Tendenzen psychologischer Forschung auf, oder er führt den Leser von seinen eigenen Voraussetzungen aus in die Psychologie ein. Dies ist der Weg des Verfassers; wohl auch der für eine gemeinverständliche Schrift zweckmäßigere.

Dabei ist der Standpunkt des Verfassers im großen und ganzen konservativ, er benutzt die Prinzipien, die die moderne Psychologie bei ihrer Entstehung übernommen hat und fügt nur Erweiterungen, Ergänzungen, Modifikationen da hinzu, wo seine psychologische Einsicht ihn die Unzulänglichkeit dieser Prinzipien klar erkennen läßt. So ist übernommen die Scheidung in Empfindung und Wahrnehmung, in Akte und Inhalte, das Prinzip der Assoziation mit der allgemeinen Voraussetzung, daß alle Veränderungen von Vorstellungen — und der Verfasser zeigt viel Kunst in der Darstellung solcher Veränderungen, z. B. bei der Begriffsbildung — nur durch Kombination von bereits vorhandenem Material erfolgen können.

So erhält der Leser ein abgerundetes Bild vom Wesen der Psychologie, wenn auch natürlich ein einseitiges. Es ist hier nicht der Ort, im einzelnen die Voraussetzungen des Verfassers zu prüfen, nur nach

einer Richtung hin möchte der Referent seiner Kritik Ausdruck geben. Nach seinem Gefühl erhält der Leser leicht den Eindruck, als wäre nun alles schön geklärt und die Psychologie eigentlich, von einigen Nebenspunkten abgesehen, eine abgeschlossene Wissenschaft. Der Referent meint, daß der Verfasser bei aller Wahrung des eigenen Standpunkts doch die brennendsten Probleme des Tages als solche hätte aufzeigen können. So ist z. B. über die Köhlersche Vokaltheorie in wenigen Zeilen referiert¹⁾ und einfach der Vokalcharakter neben die Tonhöhe gestellt, während gerade durch Köhlers Theorie und Forschung der Begriff der Tonhöhe total verändert wird, damit gänzlich neue Probleme der psychologischen Akustik aufgerollt sind.

Ein anderes Beispiel: neuere Arbeiten haben sich mit Eigentümlichkeiten der Farbenwahrnehmungen befaßt, die nicht in die alten Rubriken, Farbton, Helligkeit, Sättigung hineinpassen. *Katz* hat (Anregungen von *Hering* aufgreifend) u. a. den Unterschied in der Erscheinungsweise von Farben behandelt, der etwa durch den Gegensatz des Blau des Himmels und eines Büchereinbandes vergegenwärtigt sei. Im ersten Fall spricht er von Flächen-, im zweiten von Oberflächenfarben. Der Verfasser geht auf diese Forschungen in seinem Empfindungsabschnitt nur ein, um zu sagen, daß diese Unterschiede nicht solche der Empfindung sind, sondern daß Oberflächenfarben erst zustandekommen, „indem wir die gesehene Farbe eingliedern in einen größeren Zusammenhang, indem wir sie mit anderen in bestimmter Weise zusammenfassend betrachten und auffassen“. (S. 39.) Aber hier liegt gerade das tiefe, die heutige Forschung stark beschäftigende Problem: Empfindung — Wahrnehmung versteckt, das der Verfasser von seinem Standpunkt aus auch sehr eingehend und anregend behandelt. Die vom Verfasser skizzierte Theorie der Oberflächenfarben macht die althergebrachte Voraussetzung, daß die Empfindungen, die der Psychologe untersucht, schlechthin einfacher, primitiver, ursprünglicher sind als die Wahrnehmungen, die wir alle kennen. Diese Voraussetzung ist aber keineswegs notwendig; Psychologie läßt sich auch treiben, wenn man sie gänzlich fallen läßt, in unserem Fall also annimmt, daß die ersten Farbeindrücke nicht notwendig Flächenfarben sind, sondern sehr wohl schon den Charakter von Oberflächenfarben, von Ding-Farben haben können, daß also die Zusammenfassung als eigener psychischer Prozeß gänzlich überflüssig ist.

Diese Art, die Dinge zu sehen, die hier nur angedeutet ist, ist natürlich auch maßgebend für die Theorie der psychologischen Analyse (S. 6) und damit für die Gesamtdarstellung. Es schiene dem Referenten, wie gesagt, zweckmäßiger, wenn der Leser, ganz gleichgültig, welchen Standpunkt der Verfasser schließlich vertritt, erfahren würde, daß an allen prinzipiellen Stellen wichtige Probleme vorliegen, deren Lösung zurzeit stark im Fluß begriffen ist.

K. Koffka, Gießen, z. Zt. Kiel.

¹⁾ Versehentlich sind (S. 40) falsche Zahlen gegeben. Dem reinen u entsprechen 250 Schwingungen, nicht 500, dem o 500, nicht 1000 usw. Ferner ist die Erklärung der verschiedenen Tonhöhe, auf der Vokale gesungen werden können (S. 41), zum mindesten ungenau. Auch hätte Verfasser auf S. 33 den Satz: „während wir den Grund der Höhenverschiedenheit der Töne einfach in der Verschiedenheit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der akustischen Wellenbewegung der Luft finden“ nicht stehen lassen sollen.

Marbe, K., Die Rechenkunst der Schimpansin Basso im Frankfurter Zoologischen Garten nebst Bemerkungen zur Tierpsychologie und einem offenen Brief an Herrn Krall. Fortschritte der Psychologie und ihrer Anwendungen. IV. Bd., 3. Heft. Leipzig. B. G. Teubner, 1916. S. 135—185. Preis M. 3,—.

Die Frage, ob und wie Tiere denken, ist in unseren Tagen vielfach, wenn auch nicht ohne energischen Widerspruch zu erregen, dadurch beantwortet worden, daß man Tiere demonstrierte, die imstande zu sein schienen, Denkaufgaben, die auch für den Menschen zuweilen sehr schwierig waren, zu lösen. Es war das Kopfrechnen, das seit dem klugen Hans immer wieder als Prüfstein galt. Es ist daher vom Standpunkt einer vorsichtigen Tierpsychologie aus mit Freuden zu begrüßen, daß wieder einmal ein Fall in einwandfreier Weise so aufgeklärt ist, wie es den Psychologen, die weit entfernt, den Tieren jede Art von Intelligenz abzusprechen, diese vom Standpunkt des Tieres, nicht des Menschen, aus zu begreifen und zu untersuchen wünschten, von vornherein wahrscheinlich war. Die Schimpansin Basso, die zu allerhand Kunststücken dressiert worden war, versetzte die Besucher des Frankfurter Zoologischen Gartens am meisten durch ihre Rechenkunst in Erstaunen. Konnte sie auch nicht gerade achte Wurzeln ziehen, so gelangen ihr doch Lösungen von Aufgaben wie der folgenden: „wenn du zu achtundzwanzig zwei hinzuzählst, welches ist da der sechste Teil?“, die sie so löste, daß sie Tafeln, die mit Ziffern beschrieben waren, von einem vor ihr befindlichen Tisch aufhob. *Marbe*, der eine solche Vorführung mit angesehen hatte, beschloß die Angelegenheit psychologisch zu durchforschen und fand beim Direktor des Gartens, Dr. K. Priemel, wie beim Wärter des Tieres, der allein es zum Rechnen bewegen konnte, vollste Unterstützung. Er ließ sich zunächst den Rechenunterricht schildern, der vermeintlich so eingerichtet war, daß zwischen Zahlworten, Zahlzeichen und den Anzahlen von Gegenständen (Flaschen) Assoziationen gestiftet, und dann die einfachen Zahlenoperationen erlernt werden. Da, wie wir sehen werden, dieser Unterricht einen ganz andern als den beabsichtigten Erfolg hatte, so genüge diese kurze Andeutung. Der erste Versuch, den *Marbe* nun anstellte, war folgender: Der Wärter glaubt selbst nicht an ein wirkliches Rechnen des Tieres, sondern wollte seine Leistungen durch einen „geistigen Konnex“ zwischen Tier und Wärter erklären. Dann mußte gar nicht die Aufgabe für die vom Tier angegebene Lösung maßgebend sein, sondern die vom Wärter vorgestellte Lösung. *Marbe* ließ daher den Wärter andere als die richtigen Lösungen vorstellen und die Erwartung fand sich bestätigt. Keine einzige Aufgabe wurde mehr richtig gelöst, alle, und zwar die meisten beim ersten Griff, im Sinn der vorgestellten Lösungen, z. B. Aufgabe 3×3 . Wärter stellt sich vor 5, Basso zeigt die Tafel 5. Der Einfluß des Wärters ist damit schon bewiesen, es blieb noch die Art dieses Einflusses zu bestimmen. Schloß der Wärter die Augen, so wurden die Leistungen zwar sehr viel schlechter, ein völliges Versagen trat aber nicht ein, auch konnte *Marbe*, wenn er die geöffneten Augen während eines Versuchs beobachtete, keinerlei Bewegungen feststellen. Dagegen glaubte er dabei die Beobachtung zu machen, daß der Wärter bei jeder Fragestellung seinen Körper unwillkürlich so einstellte, daß die die Lösung tragende Tafel von der Medianebene seines Kopfes durchschnitten wurde. Diese Beobachtung und die darauf gestützte Hypothese, Basso richte sich lediglich nach diesen Körper-

stellungen, wurden nun vollauf bestätigt. *Marbe* ordnete selbst die Tafeln auf dem Tisch an und drehte den Wärter so, daß seine Mediane irgendeine Tafel, die nicht die richtige Lösung enthielt, schnitt. Nie wurde die richtige, immer die so ausgezeichnete Tafel gezeigt. Mit derselben Methode wurde nachgewiesen, daß Basso nicht nur nicht rechnen kann, sondern nicht einmal die Zahlen kennt. Ist damit die Frage der Intelligenz dieses Tieres negativ beantwortet? Keineswegs! Daß ein Schimpanse nicht rechnen lernt, noch dazu nach einer Methode, die rein vom menschlichen Gesichtspunkt aus erdacht ist, wird niemand wundern, der an die natürlichen Lebensbedürfnisse dieser Tiere denkt. Über die Intelligenz in diesem natürlichen Bereich sagt das negative Ergebnis der Rechenversuche also nichts aus. Wohl aber das positive. Man versetze sich einmal in die Lage des Tieres. Alle möglichen, ihm gänzlich unverständlichen Operationen werden von ihm verlangt, bald ist der Wärter mit dem zufrieden, was er macht, bald nicht. Das Tier wird also, wenn es Intelligenz besitzt, d. h. wenn es diese unklare Situation zu klären strebt, darauf ausgehen, irgendwie den Witz der Geschichte zu verstehen, und dies gelingt ihm vollauf, zwar nicht in der vom Wärter gewollten, dafür aber in seiner eigenen, dem Wärter völlig unbekannten Weise, eine Leistung, die wir getrost als Intelligenzleistung ansprechen dürfen. Und für diese Ansicht finden wir in weiteren Versuchen *Marbes* die Bestätigung, in denen das Tier immer eine von zwei Tafeln zu wählen hatte, die auf andere als die bisherige Weise bevorzugt war, einmal durch Augenbewegungen, ein anderes Mal durch Senken des Rumpfes. Auch hier reagierte das Tier durchaus richtig, zeigt also eine feine Beobachtungsgabe und eine große Adaptabilität. — Der offene Brief an Herrn *Krall* enthält die eingehend begründete Aufforderung, den Verfasser nach dem Kriege völlig ungestört mit den Elberfelder Pferden arbeiten zu lassen, damit endlich zwischen Freunden und Feinden der *Krallschen* Theorie eine empirisch gut fundierte Einigung zustande kommen könnte.

K. Koffka (Gießen), z. Z. Kiel.

Zuschriften an die Herausgeber.

Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne.

Unter dieser Überschrift brachten die „Naturwissenschaften“ in Nr. 2 d. J. ein Referat aus *Reinkes* Abhandlung in den „Berichten der Deutsch. Botan. Gesellschaft 1915, Bd. 33. Ergänzend füge ich folgendes hinzu: Im Jahre 1915 beobachtete ich unter Hunderten von Pflanzen, die ich zu Unterrichtszwecken anziehe, an einer Feuerbohne eine Blüte, die durch ihr gelbes Schiffchen und die weißen Flügel und das weiße Segel vom normalen Farbtypus der Feuerbohnen abwich. Die ausgereifte Hülse ergab zwei weiße Samen, die einzigen unter einer Ernte von 5 kg normaler Feuerbohnen-samen. Ausgesät 1916 und vor Fremdbestäubung geschützt, ergab einer dieser beiden Samen eine Pflanze mit zweierlei Blüten: teils rein weißen Blüten, teils weißen Blüten mit gelbem Schiffchen. Die Veränderung der Blütenfarbe — ob Mutation oder Kombination bleibt noch unentschieden — trat also auch hierorts auf. In diesem Jahre wird mit den erhaltenen 33 Samen weiter experimentiert werden.

Leipzig, den 9. März 1917.

Dr. B. Stange.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Bosporus und Dardanellen.

In der Sitzung am 3. März hielt Prof. W. Penck (Konstantinopel) einen Vortrag mit Lichtbildern über *Bosporus und Dardanellen*, in dem er zu Beginn an die politischen Ereignisse und die Kämpfe des gegenwärtigen Krieges anknüpfte. Die Entscheidung der Kämpfe auf der Halbinsel Gallipoli, welche der Dardanellenstraße im Nordwesten vorgelagert ist, bedeutete die Lösung des einen großen politischen Problems des Weltkrieges: der Besitzfrage der Meerengen. Im Lichte geographischer Forschung erscheint jener schwere Waffengang als der Ausgleich bestimmter Gegensätze, die sich notwendig aus den durch die geographische Gestaltung Europas bedingten weltpolitischen Bestrebungen der Nationen ergeben. Das Problem der Gestaltung Südosteuropas liegt also dem politischen Problem zugrunde.

Die Meerengen Bosporus und Dardanellen werden in der Regel zusammen genannt und eine einheitliche, d. h. gleichzeitige und durch dieselben Ursachen bewirkte Entstehung wird ihnen mit Recht zugeschrieben. Die Anschauung, daß die Engen als Spalten oder Einbrüche in die Erdkruste aufzufassen seien, ist längst aufgegeben worden, vielmehr besteht heute Übereinstimmung darüber, daß es sich um Erosionstäler handelt.

Der Vortragende teilt jedoch nicht die von anderen Gelehrten vertretene Ansicht, über welche im 3. Jahrgang dieser Zeitschrift auf Seite 368 berichtet worden ist, daß nämlich die Meerengen früher von einem Strome durchzogen wurden, der auf einem heute versunkenen Gebirge in der Nähe von Kreta entsprang, also von Süden nach Norden floß. Er ist vielmehr durch seine geologischen Untersuchungen zu dem folgenden Resultat gelangt.

Ausgehend von der mittleren Tertiärzeit, in der sich von Wien bis zum Aralsee, von der Nordküste Kleinasiens bis weit nach Rußland hinein ein großes Binnenmeer erstreckte, läßt sich der Nachweis führen, daß im Raum jenes Meeres drei Gebiete durch die Tendenz, in die Tiefe zu sinken, ausgezeichnet waren: das Gebiet des Schwarzen Meeres, das Becken des Marmara-Meeres und dasjenige des Nordägäischen Meeres. Auf diese Becken zog sich das einstige große Binnenmeer allmählich zurück und hinterließ weite Randgebiete festen Landes, auf denen die einst im Meere abgelagerten Gesteinsschichten in großer Dicke zurückblieben. Auf dem so trocken gelegten Land entwickelten sich nun große Flußsysteme, durch welche die drei oben genannten Wasserbecken ausgefüllt wurden. Das süße Wasser, das aus dem regenreichen Norden stammte, verdrängte die salzige Flut, und dies zwingt zu dem Schluß, daß jene obertertiären Seen an einer Stelle einen Ausfluß zum Mittelländischen Meer besaßen, das zu jener Zeit seine Nordküste etwa in der Breite der Insel Rhodus gehabt hat. Damals bestanden, wie sich sicher feststellen läßt, Bosporus und Dardanellen noch nicht. Im weiteren Verlauf desselben Bewegungsvorganges, des Einsinkens der Becken, hoben sich der europäische und der kleinasiatische Kontinent immer deutlicher über das Meeresniveau hinaus. Gleichzeitig wurden Teile der Landschwellen zwischen den drei Becken unter das Seenniveau hinabgezogen, so daß diese an der Linie des Bosporus und der Dardanellen miteinander in Verbindung traten. Das süße Wasser der Festlandsströme des Nordens drängte nunmehr durch diese Lücke dem salzigen Meer

des regenarmen Mediterrangebotes zu, wie dies auch heute noch der Fall ist. Der einheitliche Bewegungsvorgang dauert jetzt noch an. Die Strömung vom relativ süßen Pontus zum Mittelmeer wirkte der Hebung der Schwellen entgegen und schuf die Täler der Meerengen, den Bosporus und die Dardanellen.

Beide zeigen in ihrem Äußeren beträchtliche Unterschiede. Der Bosporus hat den typischen Charakter eines Erosionstales mit Tiefen bis zu 120 m und felsigen, 100 bis 200 m hoch aufragenden Ufern. Die Dardanellenstraße ist erheblich breiter und ihr Verlauf geradliniger, so daß eine tektonische Anlage vermutet werden kann. Die Tiefen betragen 60 bis 80 m, im Maximum 100 m. Verschieden ist auch die geologische Umgebung, indem der Bosporus in alte, die Dardanellen in junge Sedimente tertiären Alters eingesenkt sind. Nur durch ein einziges Moment sind beide miteinander verknüpft, das ist jene Meeresströmung, die durch den Abfluß des süßen Wassers an der Oberfläche hervorgerufen wird, während unter ihr eine entgegengesetzt gerichtete Strömung salzreichen Wassers nordwärts verläuft.

Nicht nur der Bosporus selbst, sondern auch das größte seiner Seitentäler ist in seinem Mündungsgebiet unter den Meeresspiegel gesunken und bildet jetzt jene bekannte prächtige Bucht des Goldenen Horns, welches den Hauptteil Konstantinopels, Stambul, von den nördlichen Vorstädten Galata und Pera trennt. Der Oberlauf desselben Tales liegt unter dem Schutt seiner Bäche begraben. Die Senkung dauert vielleicht noch gegenwärtig an. Die Höhen der Umgebung stellen eine alte Rumpffläche dar, die sich, unbekümmert um die geologische Zusammensetzung und Struktur des Untergrundes, über weite Flächen ausbreitet, also zur Zeit ihrer Entstehung in der Nähe des Meeresniveaus gelegen haben muß. Der Bosporus ist die größte Verkehrsstraße Konstantinopels und seine anmutigen Ufer sind mit armenischen, griechischen und türkischen Dörfern besetzt. Das asiatische Ufer ist reicher ausgestaltet und auch zumeist fruchtbarer als das europäische. Reste des alten Talbodens finden sich mehrfach als Terrassen an den Abhängen erhalten und bilden sichere Kennzeichen für die Hebung. Die alte pliozäne Landoberfläche läßt sich durch geologische Befunde auf beiden Seiten des Bosporus nachweisen. Die Einbiegung dieser Rumpffläche erfolgte im untersten Quartär, in welcher Zeit also die Geschichte des Bosporus beginnt. Die geschaffene Verbindung diente als Abfluß des Schwarzen Meeres und erodierte ihr Tal selbst, wie sich an gehobenen Terrassen nachweisen läßt. Der Hebungsvorgang war begleitet von einer Schrägstellung, und die Prinzeninseln im Marmarameer sind nichts anderes als die höchsten Gipfel der bithynischen Quarzitberge, deren niedrigere Teile infolge dieser Schrägstellung unter den Meeresspiegel gelangt sind. Die Schrägstellung dauert noch heute an, wofür die zahlreichen Erdbeben, welche in der Stadtmauer Konstantinopels vielfach Risse verursachen, einen fühlbaren Beweis liefern.

Einfacher ist die Geschichte der Dardanellen. Die 6000 m mächtigen Ablagerungen der Halbinsel Gallipoli sind in ihren oberen Teilen Sedimente des mittel- und jungtertiären Beckens des nordägäischen Meeres. Die Nordküste Gallipolis wird durch einen steilen geradlinig verlaufenden Bruch gebildet, so daß wir die Halbinsel geologisch zu Kleinasien rechnen müssen. Das Tal der Dardanellen ist in eine Mulde eingeschnitten, deren Einbiegung im untersten Quartär

erfolgte, womit die Geschichte der heutigen Meeresstraße ihren Anfang nahm. Das Marmarameer brach ein, und die salzigen Fluten ergossen sich durch die Dardanellen und den Bosporus in das Schwarze Meer. Im Quartär ging über den Hals der Halbinsel eine Verbindung vom Marmara- zum Nordägäischen Meer, so daß Gallipoli damals eine Insel war, von der die Spitze, infolge einer Gabelung der Dardanellen, noch als kleinere Insel abgetrennt wurde. Mehrfach finden sich Anzeichen der Hebung in Form von Terrassen, wie überhaupt das Hebungsphänomen den Formenschatz Gallipolis und der kleinasiatischen Gegenküste charakterisiert. Während dieser Hebung, die noch immer andauert, haben die Dardanellen im Laufe des Quartärs ihr Tal selbst durch Erosion eingeschnitten.

Die Meerengen bilden keine Scheide, sondern eine im Laufe der Menschheitsgeschichte oftmals benutzte Brücke. Hier führt der Landweg von Europa nach Süd-Asien und Afrika. Die Meerengen bilden aber auch die Meeresverbindung zwischen dem Schwarzen Meer und dem Ozean. Durch sie führt der Seeweg, der das Innere Eurasiens dem Weltverkehr angliedert. Wo diese beiden Wege sich schneiden, da müßten sich auch die Interessen der beiden Mächtegruppen kreuzen, deren Wirtschaftsinteressen mit dem Landweg resp. dem Seeweg verknüpft sind. An dieser Stelle mußte daher auch die beherrschende Siedelung der Meerengen erwachsen, die größte Stadt des ganzen Mittelmeeres, Konstantinopel. Eine kulturelle Aufgabe der Türkei ist es, jene Voraussetzungen zu erfüllen, die eine Auswertung dieser hervorragend günstigen geographischen Lage gestatten.

O. B.

Kleine Mitteilungen.

Neue Untersuchungen über die Blütenfarbstoffe, die von Willstätter mit mehreren Mitarbeitern ausgeführt wurden (*Annal. d. Chemie* 412, 113, 1916), bestätigen wieder (s. *Naturwissenschaften* Bd. 3, 422), daß „trotz der unendlichen Mannigfaltigkeit in den Farbenscheinungen der Pflanzen nur eine kleine Zahl von verschiedenen zuckerfreien Farbstoffen in den Anthocyanen auftreten. Die Vorkommnisse des Pelargonidins, Cyanidins und Delphinidins gewinnen einige Mannigfaltigkeit durch die gelegentliche mehr oder weniger weitgehende Methylierung und besonders durch die Natur, die Anzahl und die Verbindungsweise der Zucker, mit welchen sie verbunden sind.“ So wurde in den prächtig scharlachroten Blüten von *Salvia coccinea* L. und *Salvia splendens* Sello das gleiche, *Salvianin* genannte, Anthocyan gefunden, das sich von jenem *Pelargonin* ableitet, das zuerst in Form von Glukosiden aus der *Pelargonie*, dann aus gewissen Kornblumen, bestimmten Dahliensorten, aus Asters, Gladiolen und Radieschen gewonnen wurde. Das *Salvianin* ist allerdings durch einen komplizierteren Aufbau als andere Anthocyane gekennzeichnet. Bei der Spaltung entsteht neben dem *Pelargonidin* und zwei Molekülen Traubenzucker noch *Malonsäure*. Das *Pelargonidinanthocyan* der purpurroten *Sommeraster*, *Callistephus chinensis* Nees, syn. *Aster chinensis* L., ist ein Monoglukosid; es wurde *Callistephin* genannt. Die hellroten Blüten derselben paeonienblütigen *Zungenaster* dürften ein *Pelargonidinglukosid* enthalten. Neben dem *Callistephin* enthält die purpurrote *Sommeraster* in weit größerer Menge ein *Cyanidinmonoglukosid*, das *Asterin*. Die beiden Farbstoffe sind in saurer Lösung orangenrot bzw. rot, dürften aber in den Blüten zum Teil in neu-

traler Form vorliegen. Mit diesem Asterin isomer und nur durch die Stellung des Traubenzuckerrestes im Molekül unterschieden ist das Chrysanthem, das in zahlreichen scharlachroten, roten und dunkelroten Sorten der Winteraster (*Chrysanthemum indicum* L.) nachgewiesen wurde. Es ist auch dem Farbstoff der Preiselbeere, dem Idaein, sehr nahe verwandt. Der Name Chrysanthem ist jetzt wieder frei geworden, da ein früher so benanntes „Alkaloid“ von Yoshimura und Trier als ein Gemisch verbreiteter Stickstoffverbindungen (Stachydrin, Cholin) erkannt wurde. Cyanidinglukoside sind von Willstätter neuerdings in zahlreichen scharlachroten Blüten, mit mehr oder weniger großen Mengen von Carotinoiden, Carotin, Xanthophyll vermengt, gefunden worden; so bei *Zinnia elegans*, *Gaillardia bicolor*, *Helenium autumnale*, *Tulipa Gessneriana*, *Tropaeolum majus* (überwiegend Carotin).

G. T.

Die Farbstoffe der Beeren sind ebenfalls, wie die der Blüten, nach den Untersuchungen Willstätters häufig Abkömmlinge des Cyanidins. Außer dem schon früher isolierten Idaein gehören hierher der Farbstoff der Himbeere, der Johannisbeere, der Vogelbeere (Eberesche), der Kirsche, der Schlehe. Die Farbstoffe der erstgenannten Beeren sind noch nicht näher untersucht. Das Keraeyanin der süßen Kirsche (*Prunus avium* L.) und das Prunicyanin der Schlehe (*Prunus spinosa* L.) enthält zum Unterschied gegen die früher beschriebenen Cyanidinglukoside der Blüten neben einer Hexose auch den Zucker Rhamnose in ihrem Molekül. Die blauschwarze Haut der Schlehenfrucht enthält merkwürdigerweise einen rein roten Farbstoff. Auch die Fruchthaut der Pflaume (*Prunus domestica*) trägt einen ganz ähnlichen Farbstoff. Zur Erklärung dieser dunklen Färbungen, welche die Anthocyane den Früchten zu geben vermögen, nimmt Willstätter vorläufig an, daß die Farbe derselben durch Gerbsäure oder Gerbsäure und Metallsalze (z. B. Eisensalze) vertieft werde. Die Isolierung der Farbstoffe ist dort besonders schwierig, wo der Farbstoff wie bei der Himbeere in der ganzen Frucht verteilt ist; sie ist um so einfacher, je mehr der Farbstoff in der Haut konzentriert ist.

G. T.

Die Blütenfarbstoffe des tiefblauen Stiefmütterchens und der Petunie sind Glukoside des sauerstoffreichsten der Grundkörper der Anthocyane, des Delphinidins. Bei dieser Sorte der Gartenvarietät des Stiefmütterchens (*Viola tricolor*) war die Isolierung des Anthocans, es wurde Violanin genannt, besonders einfach, betrug doch seine Menge nicht weniger als $\frac{1}{3}$ des Trockengewichtes der Blütenblätter. Dem hohen Farbstoffgehalt ist nach Willstätter keine physiologische Bedeutung beizumessen. Vielmehr sind eben die farbenprächtigen Sorten der Gartenblumen durch die Kunst des Züchters auserlesen und festgehalten worden. Recht interessant ist die Beziehung des Violanins zum Farbstoff des Ackerstiefmütterchens und des gelben Gartenstiefmütterchens, dem Violaquercitrin oder Rutin. Wie letzteres ein Rhamnoglukosid des den Anthocyanidinen nahestehenden Quercetins ist, erwies sich auch das Violanin als ein solches Rhamnoglukosid des Delphinidins. Es zeigte sich dabei, daß sowohl bei den Quercetinfarbstoffen, wie beim Violanin, das Verhältnis der Zucker nicht ein ganz einfaches ist. Die Verbindungen, also auch das verbreitete Rutin, sind daher wohl kom-

plizierter zusammengesetzt, als man bisher angenommen hatte.

G. T.

Interessante Beobachtungen über den Insektenbesuch bei einigen Papilionaceen teilt Prof. Alfred Hetschko (Teschen) in der *Wiener Entomologischen Zeitung* mit (35. Jahrg. 1916, Heft 8—10). Als Bestäuber der Felderbse (*Pisum arvense* L.) beobachtete Hetschko eine ziemlich seltene Hummelart *Bombus distinguendus* Mor. Alle übrigen Insekten, welche die Blüte besuchten, wie von den Hautflüglern die Honigbiene (*Apis mellifica* L.), die Erdhummel (*Bombus terrestris* L.), und von den Schmetterlingen der Taubenschwanz (*Macroglossa stellatarum* L.) und die Gammaule (*Plusia gamma* L.) entnahmen den Blüten nur den Nektar, ohne eine Bestäubung auszuführen. Die Honigbienen fanden sich an warmen, windstillen Sommertagen zahlreich auf den Erbsenblüten ein und benutzten die purpurnen Blütenflügel „als Anflugstelle und führten, um zum Nektar zu gelangen, den Rüssel am Blütengrunde zwischen der Fahne und den Flügeln durch eine Lücke ein“. Von Käfern fanden sich fast in jeder Blüte an den Staubgefäßen einige Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* Fabr.). — Auf den Blüten einer anderen Erbsenart, auf *Pisum sativum* L. wurden bisher nur einige Hymenopteren beobachtet, wie sie z. B. die Hornbiene (*Eucera longicornis* Latr.) oder die Schmalbiene (*Halictus saxatilis* K.), Pollen sammelten oder, wie die Tapezierbiene (*Mcgachile pyrina* Lep.) und die Wollbiene (*Anthidium manicatum* L.), Nektar saugten. Hetschko beobachtete, daß die Honigbienen „ausschließlich schon verblühte Erbsenblumen aufsuchten“. „Bei dem Mustern der Blüten flogen die Bienen nahe über den Pflanzen dahin, beachteten die zahlreichen frischen Blüten mit aufrechter Fahne gar nicht und ließen sich nur auf den verblühten nieder, bei denen die welke Fahne über die Flügel geschlagen ist“. Die Honigentnahme ging hier anders vonstatt als bei der Felderbse. Die Bienen „setzten sich auf die Blüte, krochen zum Kelch und führten durch eine Lücke zwischen den seitlichen Kelchzipfeln den Rüssel in die Blüte ein“. — An der Wickensart *Vicia glabrescens* Koch. endlich kommen nach den Beobachtungen Hetschkos als normale Bestäuber die beiden Hummelarten *Bombus distinguendus* Mor. und *B. hortorum* L. in Betracht. Die Erdhummel (*B. terrestris* L.) wurde gleichfalls häufig angetroffen, sie konnte aber nur dadurch zum Nektar gelangen, daß sie „die Blüten am Grunde des Fahnennagels, knapp vor dem Kelche, anbiß“. Diese von *B. terrestris* geschaffenen Öffnungen wurden dann regelmäßig von den Honigbienen zur Nektarentnahme benutzt. Unverletzte Blüten wurden von ihnen zuerst zwar untersucht, aber niemals angebissen. Hetschko konnte demnach die Beobachtungen von Buttel-Reepens und Zanders über „die Honigbiene als sekundäre Einbrecherin“ bestätigen.

H. W. Fr.

Neuer Komet. Der amerikanische Astronom J. E. Mellish entdeckte einen Kometen 7^m5 Größe, der nach einer von der Zentralstelle für astronomische Telegramme verbreiteten Mitteilung am 22. März 8^h25 M.E.Z. abds. in 2^h 8^m 51^s Rektaszension und 15° 1' 4" nördlicher Deklination, also 2° 55' westlich und 1° 58' nördlich des Planeten Jupiter am westlichen Himmel stand. Über die Bahn dieses bis jetzt unscheinbaren Kometen können erst weitere Beobachtungen Aufschluß geben.

Brick.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 15.

13. April 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die deutschen Kalisalzlagerstätten und ihre Entstehung. Von *Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau*. S. 229.

Das Luftfahrzeug als aerologisches Forschungsmittel. Von *Privatdozent Dr. E. Everling, Berlin-Adlershof*. S. 232.

Besprechungen:

Heinricher, E., Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum. Von *F. Moewes, Berlin*. S. 236.

Engler, A., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hochgebirgsflora. Von *F. Moewes, Berlin*. S. 237.

Warburg, Otto, Die Pflanzenwelt. Von *L. Diels, Berlin-Dahlem*. S. 238.

Pax, Ferdinand, Prantls Lehrbuch der Botanik. Von *L. Diels, Berlin-Dahlem*. S. 238.

Tornquist, A., Grundzüge der allgemeinen Geologie für Studierende der Naturwissenschaften, der Geographie und der technischen Wissenschaften. Von *K. Sapper, Straßburg*. S. 238.

Kruseh, P., Die nutzbaren Lagerstätten Belgiens, ihre geologische Position und wirtschaftliche Bedeutung. Von *K. Sapper, Straßburg*. S. 239.

Sapper, K., Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche. Von *Th. Arldt, Radeberg*. S. 239.

Kleine Mitteilungen:

Die Heuschreckenplage in Anatolien und Nord-syrien und ihre Bekämpfung im Jahre 1916. Nutzung des deutschen Waldes im Kriege. Die Resorbierbarkeit der Nährhefe. Die Verwendung von Kartoffelwalmehl als Zusatz zur Säuglingsnahrung. N-Brot, ein Kraftbrot. N-Brot. N-Sirup. S. 240–243.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg. Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg. Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 244–245.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 28. Februar 1917. S. 245.

Annalen der Physik, 1916, Nr. 22, 23 u. 24: 1917, Nr. 1 u. 2. S. 245.

Physikalische Zeitschrift, 1917, H. 1, 2 u. 3. S. 247.

Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1917, H. 1 u. 2. S. 248.

Meteorologische Zeitschrift, 1916, H. 12; 1917, H. 1. S. 248.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die physiologische Sehnervenverpflanzung

Von

Prof. Dr. H. Biesalski

und

Dr. L. Mayer

Direktor und leitender Arzt

Wissenschaftlicher Assistent

am Oskar Helene-Heim für Heilung und Erziehung gebrechlicher Kinder in Berlin-Zehlendorf

Mit 270 zum großen Teil farbigen Abbildungen

In Leinwand gebunden Preis M. 36.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblener Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 21.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 8 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurflur 6050-52. Telegrammadresse: Springerbuch.

Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.

Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Die Kalibergwerke im Oberelsaß

Auszug

aus dem Jahresbericht der Industriellen Gesellschaft

von Mülhausen i. E.

1913. Preis M. 6.—

Ueber die Nutzbarmachung der Kali-Endlaugen

Von

Bergassessor Dr. Dietz

1913. Preis M. 3.—

Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Ocker und Aller

Mitberichterstatter: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. C. Fränkel-Halle a. S.,

Prof. Geh. Ober-Medizinalrat Dr. Gaffky-Berlin

Unter Mitwirkung des Geh. Oberbaurat Dr.-Ing. Keller-Berlin, Geh. Regierungsrat

Prof. Dr. Orth-Berlin, Prof. Dr. Hofer-München

herausgegeben von

Dr. W. Ohlmüller

und

Prof. Dr. O. Spitta

Verwaltungsdirektor des Virchowkrankenhauses

Privatdozent der Hygiene an der Universität

Geh. Regierungsrat

Regierungsrat

Vorsteher des Hygienischen Laboratoriums im Kaiserl. Gesundheitsamt

1907. Preis M. 7.50

Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats betreffend die Versalzung des Wassers von Wipper und Unstrut durch Endlaugen aus Chlorkalium-Fabriken

Berichterstatter: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Beckurts-Braunschweig

Mitberichterstatter: Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Orth-Berlin, Geh. Regierungsrat

Prof. Dr. Spitta-Berlin

Mit 1 Tafel

1911. Preis M. 6.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die deutschen Kalisalzlagerstätten und ihre Entstehung.

Von Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau,
z. Z. Kriegsgeologe.

Eines der wichtigsten Mineralvorkommen, das einzige Weltmonopol¹⁾ Deutschlands, beansprucht auch wegen der Art seiner Entstehung und Umbildung das größte wissenschaftliche Interesse. Ein Eingehen auf diese Frage erscheint um so mehr zeitgemäß, als *R. Lachmann*, der um die Frage der Veränderung der Salzstöcke hochverdiente junge Geologe, ebenso wie einer seiner Mitarbeiter²⁾, auf dem Felde der Ehre gefallen ist. In der folgenden Behandlung des Gegenstandes, bei der ich den verschiedenen immer noch nicht genügend gewürdigten³⁾ Arbeiten des Breslauer Dozenten folge, ist von dem *Absatz der Kalisalze* auszugehen; daran schließt sich die *Umbildung der Salze* unter der Einwirkung der inneren Erdwärme und die Darstellung der sehr verwickelten, ebenfalls auf chemischem Wege zu deutenden *Lagerungsverhältnisse*.

Der Absatz der Kalisalze.

Die geographischen Bedingungen des Absatzes der Stein- und Kalisalze würden sich auch heute wiederholen, wenn etwa die große und die kleine Syrte gemeinsam durch eine von Tunis nach der Halbinsel Barca reichende Untiefe gegen das Mittelmeer abgegrenzt würden. Die Folge wäre eine lebhaftere Verdunstung des Meerwassers in dem abgeschnürten Meeresteil, welcher der Wüstensonne Nordafrikas ausgesetzt wäre, ferner ein Nachströmen immer frischen Meerwassers an der Oberfläche und ein Niedersinken der heißen und schweren Solen auf den Boden des Flachseebeckens. Schließlich müssen die Wasserschichten einen solchen Konzentrationsgrad erreichen, daß Sättigung eintritt; es sacken dann zuerst die schwerer löslichen, später die leichtlöslichen Salze, welche das Meerwasser enthält, zu Boden und setzen sich in feinsten Schichtung ab. Am Beginn des Salzabsatzes befindet sich die noch mit dem Kaspischen Meere zusammenhängende Karabugas-

⁴⁾ Eine unerhebliche Ausnahme sind die galizischen Vorkommen (Kalusz), während über die vor kurzem in Catalonien (bes. Cardona) erbohrten Kalivorkommen noch wenig bekannt ist.

2) *Kirschmann.*

³⁾ *Lachmann*, Der Salzauftrieb I., II. und III. Folge. Knapp, Halle 1911—1912. (Auch gesondert in den entsprechenden Jahrgängen der Zeitschrift Kali.)

Derselbe, Hauptprobleme der Kali-Geologie, Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht IV. Bd. (1911), 5. Heft. Leipzig, Teubner. S. 225—229. Vergl. den folgenden Nachruf.

Bucht, während das Nordende des Meerbusens von Californien bereits abgeschlossen und zur vollkommenen Salzpfanne umgestaltet ist.

Die Ausscheidungen des dyadischen Salzbusens bestehen aus mindestens drei einander



Fig. 1. Meerbusen von Karabugas am Kaspischen Meer.



Fig. 2. Nordende des Golfs von Californien. Kartenskizze der Salzpfanne von Salton Sink. (Nach Davis.)

überlagernden Kristallisationszyklen. Der vollkommenste Zyklus ist die etwa 700 Meter mächtige „ältere Salzfolge“ des Zechsteinprofils von Staßfurt. Sie besteht vom Hangenden zum Liegenden nach *Everding* und *Erdmann*¹⁾ aus folgenden Regionen:

⁴⁾ *Beyschlag* und *Everding*, Zur Geologie der deutschen Zechsteinsalze, Deutschlands Kalibergbau. Festschrift zum X. Allgemeinen Bergmannstag in Eisenach und Abhandlungen der Preuß. Geol. Landesanstalt, N. F., Heft 52 (Berlin 1907), S. 29.

	Region	Mächtigkeit	Bestandteile				
			a ¹⁾	b	c	d	e
Oberer Zechstein	Carnallitregion	30—40 m	55	17	1	26	1
	Kieseritregion	20—40 „	13	17	3	65	2
	Polyhalitregion	40—60 „	—	1,3	3,8	91,2	3,7
	Anhydritregion (besser Salz- Anhydrit-R.)	300—500 „	—	—	—	92	8

Mittl. Zechstein, Älterer

Anhydrit 70—100 „ — — — 100

a = Carnallit $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{ aq.}$

b = Kieserit $\text{MgSO}_4 \cdot \text{aq.}$

c = Polyhalit $2 \text{ CaSO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{K}_2 \text{ SO}_4 \cdot \text{aq.}$

d = Steinsalz NaCl .

e = Anhydrit CaSO_4 .

Die technischen Ausdrücke stimmen leider nicht mehr mit den mineralogischen Bezeichnungen überein. Man bezeichnet heute mit dem Namen:

Sylvinit ein Gemenge von Sylvin (KCl) und Steinsalz,

Hartsalz ein Gemenge von Sylvin, Steinsalz und Kieserit,

Carnallitit ein Gemenge von Carnallit und Steinsalz,

Hauptsalz ein Gemenge von Carnallit, Steinsalz und Kieserit,

Kainitit ein Gemenge von Kainit und Steinsalz.

Die folgende Tabelle zeigt das Verhältnis eines eingedampften Meeresarmes zu den Mächtigkeiten im Staßfurter Lager (ältere Salzfolge) und ist auf Steinsalzmächtigkeit als Einheit bezogen:

	Meeressalze	Staßfurter Salze
Steinsalz	100	100
Anhydrit	3,4	20,4
Kieserit	7,2	2,3
Carnallit	14	4,7
Bischoffit ($\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{ aq.}$)	23,5	—

Gar nicht erhalten sind die großen Mengen von Chlormagnesium sowie noch eine Reihe leicht löslicher seltener Salze des Meerwassers, vor allem die Jodsalze.

Wir müssen hieraus schließen, daß während der ganzen Zeit des Niederschlags der Kalisalze die Verbindung des Salzbusens mit dem freien Meer¹⁾ noch fortbestand; hierbei konnte normales Meerwasser eindringen. Andererseits wurde der Kristallisationsprozeß unterbrochen, noch ehe die letzten Reste der Mutterlauge versteinen konnten.

¹⁾ Während Lachmann an eine dauernde Verbindung des abgeschnürten Busens mit dem offenen Meere denkt, deutet Rosza den Vorgang etwas anders. Auch er geht davon aus, daß im Verhältnis zu den vorhandenen Anhydritschichten das Steinsalz noch mächtiger sein müßte. Rosza nimmt dagegen an, daß ein über gewaltige Gebiete ausgedehntes Meer gleichmäßig verdunstete und die Kalilaugen sich schließlich in den tiefsten Teilen sammelten und dort ihre Salze absetzten. (Vergl. Rosza über die Staßfurter Salzablagerung. Zeitschrift f. anorganische Chemie 90 (1914), S. 377 bis 385).

In der Anhydritregion zeigen Steinsalz (92 %) und Anhydrit (8 %) in auffallender Gesetzmäßigkeit die sogenannten „Jahresringe“. Sie bestehen aus feinen Schichten von Anhydrit von etwa 5—7 mm Stärke, die sich in Abständen von 8—10 cm durch die Salzmassen hindurchziehen. Sie erinnern in der Tat, besonders wenn sie eine entsprechende Krümmung aufweisen, täuschend an die Jahresringe der Bäume. Die herrschende Meinung, welcher sich auch van't Hoff angeschlossen hat, geht dahin, daß diese Ähnlichkeit auch ursächlich begründet ist. In jedem Herbst der Jahre zur Zechsteinzeit wurde bei sinkender Temperatur Steinsalz, in jedem Frühjahr bei steigender Temperatur Anhydrit ausgeschieden. Die Löslichkeit von Steinsalz nimmt nämlich mit der Temperatur zu, die von Anhydrit mit der Temperatur ab.

Die Jahresringe beherrschen auch die Polyhalitregion. In der Carnallitregion ist nur ganz ausnahmsweise (z. B. in Staßfurt) eine lagenförmige Anordnung der Komponenten Carnallit, Kieserit, Steinsalz und Anhydrit zu beobachten. Vielmehr ist die weitestverbreitete Form, in welcher unsere Kalischätze erhalten sind, die eines wirren Gemenges von Steinsalz-, Salzton- und Kieseritbrocken, welche in eine Grundmasse von Carnallit eingebettet sind. Die Brocken sind in der Regel nicht über faustgroß, erreichen jedoch in einzelnen Fällen das Gewicht von vielen Zentnern.

Lachmann hält sämtliche Kalilager für bodenständig und vermutet, daß bei der geringen Tiefe des inzwischen stark eingedampften Salzsees die Begleitsalze in der zähflüssigen, carnallitischen Chlormagnesiumlauge unter dem Einfluß der Windbewegung des Wassers als Konkretion ausgefällt wurden. Eine schichtenweise Ausscheidung ging nur in tieferen Rinnen vor sich, die den „Prielen“ unserer Nordseewatten vergleichbar sind.

Eine besondere Eigentümlichkeit in chemisch-physikalischer Hinsicht bieten noch die wegen ihrer leichten fabrikmäßigen Verarbeitung hochgeschätzten Hartsalze, welche streckenweise das Carnallitlager bzw. den Gemenge-Carnallit vertreten. Die Hartsalze sind geschichtet und bestehen aus Sylvin und Kieserit neben Steinsalz. Sylvin und Kieserit bilden sich nach den Feststellungen van't Hoffs nur in Lösungen von 72° C. (und darüber); sie treten bei niedrigen Temperaturen unter Wasseraufnahme zu Kainit zusammen.

Die Erscheinungsform der Carnallitlager deutet auf heftige Windbewegungen, denen das endgültig vom Meere abgeschlossene Salzbecken ausgesetzt war. Den direkten Hinweis auf das Auftreten von Stürmen bildet eine Decke von grauem Salzton, welche in einer Mächtigkeit von 8—10 m die ältere Salzfolge unmittelbar bedeckt. Man hat in den Salztonschichten kürzlich eine verkümmerte marine Fauna entdeckt.

Die Umbildung der Salze im Erdinnern.

Die ursprünglichen aus dem Meerwasser niedergeschlagenen wasserhaltigen Salze und Kalkverbindungen wie Kainit und Gips sind jetzt ausschließlich in ihrer wasserfreien Ausbildung als Carnallit und Anhydrit vorhanden. Diese Umwandlung, d. h. die Austreibung des Wassers setzt, wie erwähnt, eine Wärme von $+ 72^{\circ} \text{C.}$ voraus, die in der damaligen geologischen, im Schatten einer Eiszeit stehenden Periode aus paläoklimatischen Gründen undenkbar ist¹⁾. Nimmt man dagegen mit Arrhenius und Lachmann²⁾ eine in der folgenden Trias- und Jurazeit aufgehäufte Überlagerung mit einer 1½ km mächtigen Schichtdecke an, so konnte bei der somit 72° betragenden Erdwärme die Austreibung des Wassers und gleichzeitig infolge der Verflüssigung des Kainits eine Deformation (oder Verkrampfung) des Carnallitlagers vor sich gehen. Die betroffenen Kalisalze wandelten sich bei der kritischen Temperatur von 72° ³⁾ infolge des abgegebenen Kristallwassers zu

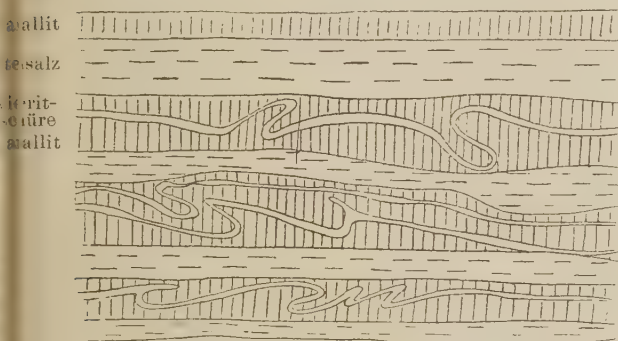


Fig. 3. Schnitt durch das Kalimutterlager des Berlepsch-Schachtes bei Staßfurt. 1 : 25. Die gefalteten Kieseritschnüre zwischen den ungestörten Steinsalzlager bezeugen die rein chemische, nicht tektonische Umwandlung.

einem Kristallbrei um und die überlagernde Masse konnte z. T. in den Brei einsinken. Die nicht aufgelösten Schichten wurden entweder zu Gemenge- (oder Konglomerat-) Carnallit zerstückelt, oder in verschlungene Falten gelegt, die jedoch mit Gebirgsfaltung keinerlei Ähnlichkeit haben.

Der chemische Kreislauf schließt sich, wenn

¹⁾ Der berühmte, von geologischer Seite nicht ganz glücklich beratene Chemiker van't Hoff setzte diese Wärme an der Wende von Dyas- und Triaszeit voraus; tatsächlich herrschte damals nicht mehr als $+ 10^{\circ}$ mittlerer Jahreswärme.

²⁾ S. Arrhenius und R. Lachmann: Die physikalisch-chemischen Bedingungen bei der Bildung der Salzlagerstätten und ihre Anwendung auf geologische Probleme. (Geol. Rundsch. 1912, 3, S. 139—157.) S. Arrhenius, Über die physikalischen Bedingungen bei den Salzablagerungen zur Zeit ihrer Bildung und Entwicklung. (Kali, 1912, 15, S. 361—365.)

³⁾ Bei 83° schmilzt in Gegenwart von NaCl der Kainit, bei 117° der Bischofit. Vergl. Jaenecke, Entstehung der deutschen Kalisalzlager, Braunschweig 1915.

die wasserfrei gewordenen Mineralien nach Entfernung der Sedimentdecke wieder mit atmosphärischem Wasser in Berührung treten; dann entsteht aus dem (sekundären) Carnallit und Anhydrit wiederum (tertiärer) Kainit und Gips.

Die Lagerungsverhältnisse der Stein- und Kalisalze

zeigen vor allem zwei eigenartige der Erklärung bedürftige Phänomene:

1. Einmal sind die mächtigen Salzmassen in sich fast überall auf das heftigste bis zum Ausmaß von Hunderten von Metern aus ihrer Ruhelage verbogen, auch da, wo die darüber und darunter befindlichen Schichten ganz ungestört liegen.

2. Fast noch auffälliger ist die Erscheinung großer senkrechter Salzstöcke von unregelmäßiger, häufig runder Begrenzung im norddeutschen Tiefland, beispielsweise bei Hannover, Lüneburg, Wietze, Salzwedel, Lüththeen in Mecklenburg, Sperenberg bei Berlin, Hohensalza in Posen und an anderen Orten.

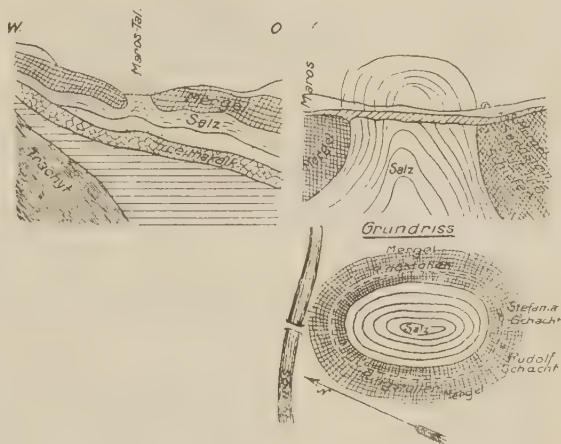


Fig. 4. Salz-Ekzem in Siebenbürgen am Marosfluß. (Nach Lambrecht.)

Lachmann hat auf Grund umfassender Befahrungen den Nachweis erbracht⁴⁾, daß alle diese Deformationen durch Wirkung chemisch-physikalischer Kräfte erklärt werden müssen, welche innerhalb der Salzmassen ihren Sitz haben. Die innere Verbiegung der Schichten ist nach ihm durch wiederholte Kristallisation, durch Hinwandern der Salzkristalle von Ausscheidungs- zu Lösungsräumen bei der ständig wechselnden Durchfeuchtung der Salzmassen im Laufe der geologischen Perioden entstanden. Die Rekristallisation beruht darauf, daß ein Salzkristall bei der Berührung mit seiner gesättigten Lösung an der Stelle des größeren Druckes schwindet, um an dem Punkte der geringeren Belastung zu wachsen. (Diese Rekristallisation erinnert an ähnliche Vorgänge beim Schmelzen und Wiedergefrieren der

⁴⁾ R. Lachmann, Über autoplaste (nicht tektonische) Formelemente in den Salzlagerstätten Norddeutschlands, Monatsberichte der Deutschen Geol. Ges. 1911, Bd. 62, S. 113—116.

Eiskristalle im Gletscher.) Die Wanderung des Salzes und Anhydrits erstreckt sich (n. Harbort) auf das jüngere Nebengestein, das in seinen porösen Teilen bis 9 % NaCl enthält. Außerdem ist das Salz von einem Reibungsmantel aus wenig veränderten bis 1 cbm großen Blöcken umgeben, der aus Bruchstücken des Nebengesteins besteht.

Bei gleichzeitiger kontinentaler Senkung erfolgt nun ein Emporsteigen der Salzmassen an Stellen geringeren Widerstandes (Salzauftrieb) und ein Emporheben des Deckgebirges. Bei dem Auftrieb der gewaltigen Salzkörper durch die Erdhaut entstehen Bilder, welche den Geschwüren in der tierischen Haut ähnlich sind, und welche Lachmann daher mit dem Namen „Ekzeme“ belegt hat.

Die übereinstimmenden längst bekannten Beobachtungen, daß in Siebenbürgen, ebenso wie in Wallis und in Nordwestindien stockförmige Salzmassen von rundem Querschnitt scheinbar durch die Gebirgsschichten hindurchgetrieben seien, wer-

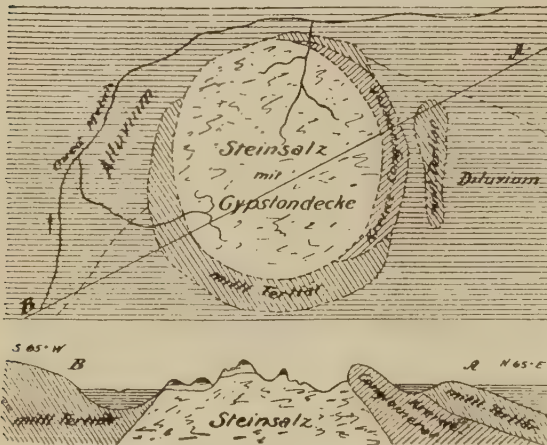


Fig. 5. Salz-Ekzem von Rhang-el-Melah in Algerien. (Grundriß und Profil.)

den neuerdings durch solche aus dem südlichen Nordamerika (Texas und Louisiana), ferner aus Algier und Catalonien (Salzberg von Cardona) vervollständigt. Überall kehrt die Beobachtung wieder, daß eine oft sehr mächtige Masse von Salz, die häufig von einer Gipsdecke geschützt ist, durch die Schichten der Erde ebenso hindurchgespießt wurde, wie etwa ein Stahlpflock durch eine Eisenplatte durch Menschenkraft hindurchgetrieben wird.

Die im neunzehnten Jahrhundert zur Herrschaft gelangte Lehre, nach welcher Erdbeben- und Gebirgsbildung von dem Vulkanismus grundsätzlich verschieden sind, hat sich gänzlich erfolglos an dem Problem der deutschen pseudoeruptiven Salzstöcke versucht. Auch in Norddeutschland ist die Lagerung über den Salzstöcken oft außerordentlich stark gestört und ferner steht die oft einen Kilometer und mehr betragende Höhe dieser Salzstöcke in keinem Verhältnis zu ihrem geringen Durchmesser.

Der Versuch, die Fortdauer der alten, der Steinkohlenzeit Deutschlands angehörenden Gebirgsbildung ausschließlich für die Entstehung dieser eigentümlichen Lagerungsformen verantwortlich zu machen, ist jedenfalls mißglückt. Es liegt vielmehr — wie Lachmann nachweist — sowohl in den Einzelheiten, wie in der allgemeinen Verteilung der von ihm als „Ekzeme“ bezeichneten, scheinbar eruptiven Salzkörper eine von der Gebirgsbildung durchaus abweichende Erscheinung vor. Insbesondere kehrt die gekröseartige oder an Gehirnwindungen erinnernde Verschlingung der Salzsichten nirgends in den Faltengebirgen wieder, wo der Gebirgsdruck die Ursache aller Lageveränderungen der Erdrinde ist.

Nur insofern ist ein mittelbarer Einfluß des Gebirgsbaus wahrzunehmen, als Schwächezonen der Deckschichten den ersten Anstoß für die Lösungs- und Rekristallisationsvorgänge abgeben. Diese Schwächezonen sind entweder Bruchlinien, auf denen der unterirdische Wassenumlauf leichter vor sich geht, oder aber tiefer eingeschnittene ältere Flußläufe, die ebenfalls eine Entlastung der Erdschichten bedingen. Die Verbreitung der Ekzeme folgt daher — z. B. in Norddeutschland — häufig den Leitlinien des Gebirgsbaus, anderwärts aber auch unregelmäßig verzweigten, an Flußsysteme erinnernden Linien. Letzteres ist besonders in Siebenbürgen der Fall.

Die mächtigen Steinsalzmassen sind spezifisch leichter als alle übrigen Gesteinsarten des Erdinnern. Jede durch Talbildung oder eine noch so geringfügige tektonische Störung hervorgerufene Gleichgewichtsstörung des Erdinnern bedingt also zunächst einen (isostatischen) Auftrieb der Salze und Kalisalze, dann aber weiter die durch Bergfeuchtigkeit bedingte Lösung und Rekristallisation; erst in der Zone des Grundwassers findet eine totale Auflösung des Salzes statt.

(Schluß folgt.)

Das Luftfahrzeug als aerologisches Forschungsmittel¹⁾.

Von Privatdozent Dr. E. Everling,
Berlin-Adlershof.

Während allenthalben Köpfe und Hände sich mühen, das Flugzeug und den Lenkballon zu einem immer wirksameren Kampfesmittel zu gestalten, während ein Blick in die Zukunft diesem charakteristischsten Wahrzeichen moderner Kultur, dem Luftfahrzeug, für spätere, friedliche Zeiten ein weites Wirkungsfeld im Sport- und Verkehrsleben verheißt, während des freut sich der Forscher auf den Tag, an dem er seine fliegende Arbeitsstube wieder mit Instrumenten beladen und in unbekannte Weiten führen darf.

Das Luftfahrzeug als Forschungsmittel, das ist ein Verwendungszweck, der unseren gewöhnlichen Erörterungen über den Bau und die Führung, über die militärische Bedeutung und wirt-

¹⁾ Nach einem Vortrage.

schaftliche Ausbeutung von Luftschiffen und Flugzeugen ein wenig fern liegt — oder fern zu liegen scheint, und der doch für diese Erörterungen von größtem mittelbaren Nutzen sein kann, der überdies die erste praktische Anwendung des ältesten Luftfahrzeuges darstellt. Ist doch der Freiballon bereits im Jahre seiner Erfindung, als „neugeborenes Kind“¹⁾, mit wissenschaftlichen Instrumenten aufgestiegen; der französische Luftschiffer *Charles*, also der Erfinder des gasgefüllten Ballons selbst, nahm bei seinem Aufstiege am 1. Dezember 1783 ein Barometer und ein Thermometer mit; im folgenden Jahre stellte der berühmte *Lavoisier* ein Programm für wissenschaftliche Luftfahrten auf, „und zwar so umfassend und zweckmäßig, daß es heutzutage zur Norm dienen könnte“²⁾. Und am 30. November 1784 unternahm der amerikanische Arzt Dr. *John Jeffries* mit dem französischen Luftschiffer *Blanchard* als erster einen Aufstieg in der ausgesprochenen Absicht, „1. die Möglichkeit beliebigen Auf- und Absteigens, 2. eine Fortbewegung mit Rudern oder Flügeln zu studieren, 3. die Zustände der Atmosphäre und deren Temperatur in verschiedenen Höhen, und 4. die wechselnden Richtungen der Luftströme in gewissen Schichten zu erforschen, um neues Licht auf die Theorie der Winde im allgemeinen zu werfen“. An diese ersten wissenschaftlichen Luftfahrten schließt sich eine ununterbrochene Folge von Aufstiegen, bei denen meteorologische und physikalische Instrumente mitgeführt wurden. Es handelte sich dabei freilich in erster Linie um Beobachtungen zum Zwecke der *Navigation*, wie auch heute jeder Luftfahrer seinen Höhenmesser mit sich führt; späterhin enthielt das Luftfahrzeug, vor allem seit es sich den Motor dienstbar gemacht hatte, wohl auch ein *Laboratorium*, um das Arbeiten des Triebwerkes, die Zuverlässigkeit der Gashülle, die Temperatur des Kühlwassers für den Motor oder des Traggases im Verhältnis zur Außenluft, die elektrische Aufladung oder die Beanspruchung und Durchbiegung einzelner Bauteile während des Betriebes zu untersuchen. Jene Pioniere der wissenschaftlichen Luftfahrt aber wollten aus ihrem Ballon ein *Observatorium* machen, sie wollten auch solche Naturvorgänge untersuchen, die für ihre Luftreise selbst nicht unmittelbar notwendig oder förderlich waren, wie die allgemein meteorologischen und besonders die *aerologischen* Probleme der Atmosphäre. Unter „*Aerologie*“ verstehen wir dabei den physikalisch orientierten Teil der Wetterkunde im allgemeinen Sinne, der

¹⁾ Ein Luftschiffer soll auf die Frage einer hochstehenden Persönlichkeit nach dem Verwendungszweck des neuerfindenden Ballons mit der Gegenfrage geantwortet haben: „Was macht man mit einem neugeborenen Kinde?“

²⁾ Zu diesen und den folgenden geschichtlichen Angaben und Anführungen vgl. das noch immer nicht genügend gewürdigte, dreibändige Werk: *R. Aßmann und A. Berson, Wissenschaftliche Luftfahrten*, Band I, Seite 3 ff., Braunschweig 1899.

nach den *ursächlichen Zusammenhängen* der atmosphärischen Erscheinungen fragt.

Diese Verwendung des Luftfahrzeuges als *Forschungsmittel*, und speziell als aerologisches Forschungsmittel, hat nun gerade in den letzten Jahren solche Erfolge gehabt, daß man von ihr eine große Zukunft erhoffen darf. Es verlohnt sich daher, die verschiedenen Luftfahrzeuge auf ihre Eignung zu diesem Zweck zu betrachten und sodann die wichtigsten Fragen aufzurollen, die durch wissenschaftliche Luftfahrten beantwortet werden können und zum Teil ihrer Lösung bereits nähergebracht worden sind.

Welches *Luftfahrzeug* für solche Untersuchungen, als Träger eines aerologischen Observatoriums, am geeignetsten ist, das hängt von den verschiedensten Umständen ab, vor allem von der erforderlichen Höhe und Ortsveränderung, von dem Raum- und Gewichtsbedarf für die Beobachtungsinstrumente, von den notwendigen Vorkehrungen für die Sicherheit und Leistungsfähigkeit der Mitfahrer und nicht zuletzt von der Empfindlichkeit der verwendeten Meßinstrumente.

Da ist zuerst der gute alte *Freiballon* mit seiner fast idealen Einfachheit, der bei der Landung den zarteren Instrumenten oft übel mitspielt, der sich aber zumeist in völliger Windstille befindet, ja sogar längere Zeit in der gleichen Luftmasse dahintreibt; der Freiballon, der seinen Insassen den Lärm und die Erschütterungen einer Motoranlage erspart und der wegen seines relativ geringen toten Gewichtes verhältnismäßig große Lasten mit geringen Unkosten zu fördern oder aber in extreme Höhen vorzudringen vermag. Jedes Kind weiß jedoch, daß die horizontale Lenkbarkeit des Freiballons sehr beschränkt ist und nur dadurch ermöglicht wird, daß man sich unter den verschiedenen Höhenlagen mit ihren wechselnden Windrichtungen die geeignetste aussucht; weniger bekannt ist, daß auch seine Lenkbarkeit in der Vertikalen zu wünschen übrig läßt, da er das Bestreben hat, entweder zur Gipfelhöhe aufzusteigen oder bis zum Erdboden durchzufallen, wenn ihm nicht eine besonders „stabile“ Schichtung der Luft die Innehaltung gewisser Höhenlagen erleichtert.

Das *Lenkluftschiff* hat vor seinem älteren Bruder den Vorzug der willkürlichen Ortsveränderung, einer größeren Stabilität in der Einhaltung bestimmter Höhen und der Möglichkeit, Instrumente und Beobachter in einer Kabine geschützt unterzubringen, wie es *Dieckmann*³⁾ in seinem „Laboratorium“ auf dem Luftschiff „Schwaben“ für andere Untersuchungen getan hat. Zu manchen Zwecken sind auch die großen Dimensionen von Vorteil, die zwei räumlich getrennte Versuchsstellen einzurichten gestatten, ferner ein etwa vorhandenes Metallgerippe, das den Träger des Observatoriums zu einem Körper

³⁾ *Max Dieckmann*, Das Laboratorium auf dem Luftschiff „Schwaben“, *Prometheus* 23, 1912, Seite 241—248.

mit eindeutigen elektrischen Eigenschaften, nämlich mit guter Leitfähigkeit, macht.

Die *Flugzeuge*, die dritte Gattung der Luftfahrzeuge im engeren Sinne, besitzen diese Vorzüge des Lenkballons, je nach ihrer Größe, nur zum Teil. Dafür sind sie geschwinder und solange sie nicht zu groß werden, auch wendiger; sie sprechen daher leicht auf die interessanten Unstetigkeiten der Luftbewegung an, die wir Böen nennen⁴⁾, sie sind aber während des Fluges auch wechselnden Beanspruchungen von der Größenordnung der Erdanziehung ausgesetzt, und dadurch können zahlreiche Beobachtungen unmöglich gemacht werden.

Da diese Vorzüge und Mängel der verschiedenen Luftfahrzeuge grundsätzlicher Art sind, so werden sie sich trotz aller Fortschritte der Motorluftfahrt in der nächsten Zukunft nicht wesentlich ändern können. Man wird daher auch fernerhin, wie bisher, für die Erforschung meteorologischer und besonders aerologischer Zusammenhänge den *Freiballon* bevorzugen. Denn weil die Aerologie, wie wir sie oben definiert haben, nach den *Kausalzusammenhängen* der atmosphärischen Vorgänge sucht, so stellt sie Probleme, deren Beantwortung nur durch *Hochfahrten* möglich ist. Für die geringeren Höhen kann man ja vom Gipfel eines Berges aus mit größerer Ruhe, Bequemlichkeit und Genauigkeit beobachten, als aus dem schwanken Korbe, wenigstens soweit es sich nicht um Messungen in der *freien*, von jedem Punkte der Erdoberfläche genügend weit entfernten, Atmosphäre handelt. Dagegen bieten gerade die größten Höhen, die dem Menschen erreichbar sind, wegen ihrer grundsätzlichen Verschiedenheit von dem Luftraum, der uns hier unten umgibt, der Forschung, wie wir noch sehen werden, die interessantesten und wichtigsten Fragen. Und in diese extremen Weiten kann eben nur der Freiballon, und nur ein Gasball von besonderer Größe, vordringen.

Dabei sind die *Probleme*⁵⁾, deren Lösung der Freiballon als *aerologisches Forschungsmittel* dienstbar gemacht werden konnte oder dienstbar gemacht werden soll, außerordentlich zahlreich und vielgestaltig. Doch lassen sich diese Untersuchungen um einige wenige Hauptpunkte zusammenfassen, nämlich um die Fragen nach dem *Wärmehaushalt* und nach dem *Elektrizitätshaushalt*, nach dem *Kreislauf des Wassers* und der anderen *Luftbestandteile* in der freien Atmosphäre.

⁴⁾ Vgl. die Böenforschungen im Flugzeug von Kurt Wegener, Meteorologische Erfahrungen beim Fliegen, Deutsche Luftfahrer-Zeitschrift XVIII, 1914, Seite 347, 373.

⁵⁾ Vgl. auch A. Wigand, Physikalische Probleme für Hochfahrten im Freiballon, Mitt. d. Naturf. Ges. Halle a. d. S., 3. Band, 1913, Seite 6, und Deutsche Luftfahrer-Zeitschrift XVII, 1913, Seite 180; ferner: A. Wigand, Wissenschaftliche Hochfahrten im Freiballon, Band X, Heft 6 der „Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung“ von E. Abderhalden, Berlin N und Wien 1914.

So bietet bereits die *Temperatur* der Luft ein wichtiges Studienobjekt, zumal sie einige auffällige Erscheinungen aufweist: Während die Luft im allgemeinen mit zunehmender Höhe immer kälter wird, zeigt sich z. B. an einem klaren Wintermorgen, daß es in 600 m Höhe wärmer ist als unmittelbar über dem Erdboden; für den aufmerksamen Luftfahrer ist diese Wahrnehmung von direkter praktischer Bedeutung, denn eine solche Temperaturumkehr oder „*Inversion*“ verbürgt ihm eine stabile „*Schwimmschicht*“ für seinen Ballon. Eine derartige Feststellung ist aber auch für die Erforschung des gesamten Energie- und Stoffaustausches in der Atmosphäre von größter Wichtigkeit, weil die Möglichkeit aufsteigender Luftströmungen, und damit der Wolkenbildung und Durchmischung der Luft, wesentlich von dem Fehlen solcher stabilen Schichtungen abhängt.

Nun hat man durch unbemannte Registrierballons festgestellt, daß oberhalb etwa 10 km Höhe stets eine Schicht mit nach oben hin gleichbleibender oder gar zunehmender Temperatur besteht. In dieser „*oberen Inversion*“ müssen natürlich alle vertikalen Bewegungen der Luft zum Stillstand kommen, also auch die Durchmischung ihrer Bestandteile, die Kondensation ihres Wasserdampfes infolge der „*adiabatischen*“ Expansion und Abkühlung beim Aufsteigen, daher die Wolkenbildung und die Ursache für die unmittelbar beobachteten Wettervorgänge überhaupt. Diese Schicht der Temperaturumkehr bildet also die obere Grenze der „*Troposphäre*“, in der wir atmen, in der sich Regen und Gewitter, Leben und Wachstum vollzieht. Die Luftschicht darüber heißt die „*Stratosphäre*“, und man hat Grund zu der Annahme, daß an ihrem unteren Teile die Wurzeln der Wetterbildung zu suchen sind. In diese Stratosphäre einzudringen oder gar in ihr Messungen zu machen, ist noch keinem Menschen gelungen; aber es muß das Bestreben des aerologisch forschenden Luftfahrers sein.

Neben der vertikalen Temperaturverteilung ist sodann die *Luftfeuchtigkeit* und die *Wolkenbildung*, der *Dunst* und der *Staubgehalt* der einzelnen Schichten im Zusammenhang zu untersuchen, ferner die Bestandteile der Wolken, Wassertropfen, Eiskristalle oder Schneesterne. Der *Staub*, der zu den Änderungen der „*Sichtigkeit*“, zu Trübungen des Himmels und anderen optischen Besonderheiten Anlaß geben kann, besteht aus festen, flüssigen oder gasförmigen luftfremden Teilen. Nur die beiden letzteren Arten können als „*Kondensationskerne*“ die Verdichtung des Wassergehaltes der Luft ermöglichen; das Ausklopfen eines Teppiches hat zum Beispiel keinen Einfluß auf die Nebelbildung⁶⁾. Wichtige Anhaltspunkte für das Studium der vertikalen Luft-

⁶⁾ A. Wigand, Über Kondensationskerne in der Atmosphäre, insbesondere über die Kernwirkung von Staub und Rauch, Meteorol. Zeitschrift, 1913, Seite 10.

strömung bietet auch die *Zusammensetzung der Luft* in großen Höhen, die bei völliger Durchmischung derjenigen am Erdboden gleich sein, beim Fehlen jeglicher senkrechten Winde aber eine gesetzmäßige Anreicherung an leichteren Bestandteilen mit zunehmender Höhe aufweisen müßte, in Wirklichkeit jedoch zwischen beiden Zuständen die Mitte hält.

Über den *Elektrizitätshaushalt* in der Luft gibt das Spannungsgefälle ihrer positiven räumlichen Ladungen gegenüber der negativ geladenen Erde Aufschluß, von dem ich⁷⁾ in 9000 m Höhe noch meßbare Beträge nachweisen konnte, ferner die elektrische Leitfähigkeit der Luft, die nach oben hin stark zunimmt⁸⁾, und das Produkt aus beiden, der *vertikale elektrische Strom* von der Luft zur Erde. Die raschen Schwankungen des Spannungsgefälles, die am Erdboden mit schnellwirkenden Apparaten, sogenannten Kollektoren, recht zahlreich beobachtet werden können, sind in großen Höhen, wie ich feststellen konnte, sehr selten; sie stehen im Zusammenhang mit den störenden Geräuschen, die sich in *funkentelegraphischen* Empfangsapparaten, auch in Luftfahrzeugen, oft recht unangenehm bemerkbar machen, aber mit zunehmender Höhe gleichfalls an Stärke und Häufigkeit abnehmen⁹⁾. Ihre Beobachtung im Zusammenhang mit der Beschaffenheit des darunterliegenden Geländes, mit der Wolkenbildung und mit anderen meteorologischen Faktoren aus dem Ballon vermag allein den Ursprung dieser merkwürdigen Erscheinung aufzuklären. Hierher gehört auch die Frage nach der *Ausbreitung* der elektrischen Wellen zu den einzelnen Tageszeiten und unter verschiedenen Verhältnissen. Auch hier vermag die Beobachtung aus dem Luftfahrzeug Klarheit zu schaffen. So hat es sich bei Ballonversuchen gezeigt, daß die Lautstärke funkentelegraphischer Zeichen bereits in einigen Kilometern über dem Boden sehr gering wird, und daraus folgt, daß die elektromagnetische Erregung sich weniger in Form von Raumwellen, als vielmehr längs der Erdoberfläche fortpflanzt⁹⁾.

Die Untersuchungen des Kreislaufes von Wärme und Elektrizität in der Luft erstrecken sich auch auf deren *Ursprung*. Die Quelle dieser Energieformen ist die *Strahlung*, die elektromagnetische Strahlung der verschiedenen Wellenlängen, die sich als Wärme oder Licht, als elektrisches oder chemisches Agens bemerkbar macht. Da diese Strahlungen durch die Luft natürlich geschwächt werden, so kann man durch Messung ihrer Intensität in verschiedenen Höhen fest-

stellen, wie groß diese Absorption ist, und ferner, welcher Bruchteil der Strahlung uns von außen zugeführt wird und welcher irdischen Ursprungs ist. So hat Herr *Kolhörster*¹⁰⁾ bei einer Fahrt, die ihn und mich auf 9300 m führte, die den Röntgenstrahlen ähnliche „*durchdringende Strahlung*“ gemessen und gefunden, daß sie mit zunehmender Höhe zwar anfänglich ein wenig abnimmt, aber von etwa 1000 m ab außerordentlich wächst, ein Beweis dafür, daß nur ein kleiner Teil dieser Strahlen von der Erde stammt, der größere aber *kosmischen* Ursprungs ist. Erst der Vergleich dieser Messungen, die an einem Vormittage ausgeführt wurden, mit den Ergebnissen einer *nächtlichen* Hochfahrt kann Aufschluß darüber geben, ob diese Strahlung, wie Licht und Wärme, unserem Tagesgestirn entstammt.

Auch die Intensität der gesamten *Sonnenenergie*, die der Erde zugestrahlt, aber zum Teil schon durch die Luft absorbiert wird, sowie der Anteil der einzelnen *Wellenlängen* (Strahlenarten, Farben) an der Gesamtsumme muß aus Messungen in verschiedenen Entfernungen vom Boden bis zu möglichst großen Höhen auf den luftleeren Raum oder die Grenzen unserer Atmosphäre „*extrapoliert*“ werden.

Außer diesen elektromagnetischen Schwingungen interessiert auch die Ausbreitung des *Schalles*, seine Brechung, Zurückwerfung und Beugung in den verschiedenen Luftschichten, die zu den viel erörterten akustischen Anomalien, der „*Zone des Schweigens*“ und den Gebieten abnormaler Hörbarkeit von Explosionen führt. Der wahren Ursache dieser Erscheinungen wird man wohl nur durch Freiballonversuche¹¹⁾ habhaft werden; ist dies geglückt, so kann man rückwärts aus besonderen Schallbeobachtungen auf die augenblicklichen aerologischen Verhältnisse schließen.

Ein letztes wichtiges Ergebnis fällt dem Luftfahrer ohne Motor gewissermaßen von selbst in den Schoß: die Richtung, Stärke und Struktur des *Windes* bis zu großen Höhen hinauf. Man ist nämlich schon aus fahrtechnischen Gründen zu einer sorgfältigen Ortsbestimmung gezwungen, aus der sich leicht die *horizontale* Windgeschwindigkeit und Windrichtung ergibt. Ferner läßt sich aus dem Barogramm, aus den Beschleunigungen, die der Ballon erfährt, und aus den Steig- oder Sinkgeschwindigkeiten relativ zum Erdboden und relativ zur umgebenden Luft auf die *vertikalen* Luftbewegungen schließen.

So findet das Luftfahrzeug, vor allem der

7) E. Everling, Messungen des elektrischen Spannungsgefälles in der freien Atmosphäre bis 9000 m Höhe, Verh. d. Deutschen Physik. Ges. XVI, 1914, Seite 240.

8) A. Wigand, Messungen der elektrischen Leitfähigkeit in der freien Atmosphäre bis 9000 m Höhe, Verh. d. Deutschen Physik. Ges. XVI, 1914, Seite 232.

9) Vgl. z. B. G. Lutze und E. Everling, Physikalische Untersuchungen im Freiballon, Abh. d. Naturf. Ges. Halle a. d. S., Neue Folge, Nr. 3, 79 Seiten, Halle 1914.

10) W. Kolhörster, Messungen der durchdringenden Strahlung bis in Höhen von 9300 m, Verh. d. Deutschen Physik. Ges. XVI, 1914, Seite 719; auch: Die Naturwissenschaften 1914, Heft 30, S. 739; ferner: W. Kolhörster und E. Everling, Ausführliche Veröffentlichung ist in Vorbereitung.

11) P. Ludewig, Die bisherigen Ergebnisse der Untersuchungen über die Hörbarkeit des Kanonendonners, Österr. Flugzeitschrift 1916, Heft XIX/XX, Seite 235.

Freiballon, als aerologisches Forschungsmittel eine Fülle von lohnenden Aufgaben vor. Besonders ersprießlich sind *synoptische* Fahrten zweier oder mehrerer Ballone, denen verschiedene Höhenstufen zur gleichzeitigen Durchmessung zugewiesen werden.

Der Erfolg solcher Untersuchungen auch für die Luftfahrt selbst wird nicht ausbleiben. Denn jeder Fortschritt der Aerologie, jede Erweiterung unserer Kenntnis vom *Zusammenhang* der Wettervorgänge bedeutet einen Schritt weiter auf dem Wege zu einer *Wettervorhersage* mit ständig zunehmender Schärfe und Sicherheit, für immer längere Zeiten im voraus, auf einem Wege, dessen letztes Ziel, nach dem Vorbilde anderer mathematischer Naturwissenschaften, nur die *theoretische Beherrschung* und die *praktische Beeinflussung des Wetters* sein kann. Und jeder Fortschritt in dieser Richtung kommt in erster Linie den Luftfahrzeugen zugute, die vom Zustande des Luftmeeres weit mehr abhängig sind, als ein Schiff von den Launen des Ozeans.

Der Ernst des Augenblickes zwingt uns, die Verfolgung dieser Fragen und die Verwirklichung unseres Programms auf die Tage des Friedens zu verschieben; hoffen wir, daß diese Tage nicht mehr allzufern sind!

Besprechungen.

Heinricher, E., Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum. Immune, unecht immune und nicht immune Birnrassen; Immunwerden für das Mistelgift früher sehr empfindlicher Bäume nach dem Überstehen einer ersten Infektion. Aus den Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, 93. Band. Wien 1916. 34 S. und 4 Tafeln. 4^o.

Es ist eine merkwürdige Erscheinung, daß die Mistel auf dem Apfelbaum freudig gedeiht, auf dem Birnbaum aber nicht oder doch nur selten fortkommt. Vor 16 Jahren hat der belgische Forscher *Emile Laurent* zum ersten Male und dann noch wiederholt über Versuche berichtet, aus denen hervorging, daß die Beeren und Keime der Apfelmistel Giftwirkungen auf die Birnbaumäste ausübten. Die Gewebe an der Infektionsstelle zeigten weitgehende Veränderungen und die Zweige starben schließlich ab, wurden wohl auch abgeworfen, wobei auch die Misteln zugrunde gingen. *Laurent* verglich dieses Abwerfen mit der Autotomie bei Tieren, die das vom Feinde ergriffene Glied einfach abstoßen, und bezeichnete die Birnbaumrassen, bei denen die Erscheinung auftritt, als immun gegen Mistelbefall. Prof. *Heinricher* in Innsbruck, dem wir bereits eine Reihe von Untersuchungen über Misteln verdanken und der *Laurents* Beobachtungen schon früher mehrfach bestätigen konnte, hat den Gegenstand seit 1910 von neuem experimentell behandelt und gibt nunmehr eine zusammenfassende, durch photographische Aufnahmen unterstützte Darstellung über die Wirkungen der auf Birnbaumzweigen keimenden Mistelbeeren.

Nach den ersten einleitenden Versuchen wurden im Herbst 1911 solche in größerem Umfange an mehreren Sorten von Kulturbirnen und zwei Wildbirnen ausgeführt. Die jungen Bäumchen wurden mit je dreißig

Mistelsamen besiedelt, wobei auch einige Samen der Linden- und der Pappelmistel verwendet wurden. Der Verlauf dieser Kulturen in den folgenden Jahren ergab je nach der Birnrasse und zum Teil auch nach dem Individuum verschieden starke Empfänglichkeit der Birnbäume gegen die Giftwirkung der Mistelkeime. Dagegen war es gleichgültig, von welcher Laubholzart die verwendeten Mistelsamen stammten; auf empfindliche Birnrassen wirkten alle giftig. Infolge der Infektion traten krebsige Stellen auf, es bildeten sich Borkenschilfer, mit denen die Mistelkeimlinge abgeworfen wurden, oder es starben ganze Zweige ab; die Stämmchen zeigten entweder nur vorübergehende oder aber dauernde Schädigung. Von den Mistelkeimlingen selbst kam kein einziger zur Weiterentwicklung; sie starben sogar viel früher ab als auf anderen Laubbäumen, auf denen sie nicht gedeihen, z. B. auf der Buche. Wie sehr dagegen die Apfelbäume den Misteln zusetzen, bewies ein Versuch, in dem von 128 Keimlingen sich 94, also über 74 % zu Pflanzen entwickelten.

Die geschilderten Versuche erklären auch das seltene Vorkommen der Mistel auf Birnbäumen. Dem Verfasser selbst sind nur wenige sichere Fälle des Vorkommens von Birnmisteln bekannt geworden. Indessen liegen aus der Côte d'Or Angaben vor, wonach dort Apfelbäume und Birnbäume fast gleich häufig Träger der Misteln sind. Es erscheint nach einem Versuche des Verfassers möglich, daß es Birnrassen gibt, die für Mistelbefall empfänglich sind. *Heinricher* konnte 1907 auf einem Birnbäumchen, auf dem 10 Mistelsamen ausgelegt waren, 2 Misteln erziehen. Hier traten allerdings auch krebsige Gewebeveränderungen auf, und die Misteln starben nach etwa 2 Jahren doch ab. 1915 wurde dieser Baum von neuem, diesmal mit 20 Mistelsamen belegt. Aus dem Stande der Dinge Ende August 1916 schließt der Verfasser, daß beträchtlich mehr als 4 Mistelpflanzen zur Entwicklung kommen werden, und er nimmt an, daß hier eine für den Mistelbefall *nicht immune* Birnrasse nachgewiesen sei. Das Vorkommen solcher Mistelrassen würde Erscheinungen wie die aus der Côte d'Or gemeldeten erklären.

Da das Mistelgift auch an jenen Birnbaumrassen, die sich durch Abwurfprozesse der Mistelkeime entledigen, starke Wirkungen hervorbringt, die einen akuten Krankheitsprozeß darstellen, so ist *Heinricher* nicht geneigt, solche Birnbäume mit *Laurent* als immun zu bezeichnen. Er spricht vielmehr in diesem Falle von falscher oder *unechter Immunität*. „Hingegen scheinen einzelne Birnrassen auch wahre, *echte Immunität* (natürliche Immunität oder Resistenz im Sinne der Mediziner) gegen das Mistelgift zu besitzen; das heißt: ohne daß an ihnen ein wesentlicher Erkrankungsvorgang bemerkbar wird, scheinen sie auf die Mistelkeime derart zu wirken, daß diese frühzeitig absterben.“ Zur Deutung dieser wechselnden Verhältnisse zieht Verfasser die Antigentheorie heran. „Rassen, die immun sind und fast ohne Reaktion die Mistelkeime zum Absterben bringen, sind von vornherein reich an einem Antigen gegen das Mistelgift, das raschestens zur Entstehung von Antikörpern führt.“ Rassen, die starke Reaktionen gegen Mistelkeime aufweisen, bilden die Antitoxine (Antikörper) erst nach und nach. Junge Organe (Knospen) und stärker mit Mistelkeimen besetzte einjährige Triebe erliegen dem Mistelgift. In älteren Teilen tritt, vielfach unter Einwirkung der Antitoxine als Reiz, die Abwehr durch Unterfährung der erkrankten Gewebe mittels Korkes ein. Auch an älteren Sprossen kann sich die Giftwirkung aber selbst auf den Holzkörper ausdehnen und dann auch das

Absterben ganzer Sproßsysteme zur Folge haben. Andere Rassen . . . scheinen der Antitoxinbildung gar nicht fähig zu sein, aber auch durch das Misteltoxin nicht viel angegriffen zu werden . . . Diese Rassen wären als nicht immun zu bezeichnen.“

Die hier vorgetragene Auffassung findet eine weitere Stütze durch Versuche, bei denen es sich zeigte, daß eine ursprünglich gegen Mistelgift sehr empfindliche Birnrasse nach einmaliger Infektion, die mit sehr starken Reaktionen verknüpft war, bei zweiter und dritter Infektion mit Mistelkeimen nur noch Spuren von Reaktionen aufwies. Eine Schädigung oder ein Erkranken war bei diesen neuen Infektionen nicht zu bemerken; die Keime des Schmarotzers starben rasch ab. Es läßt sich daraus schließen, daß der Birnbaum durch Überdauern der Erkrankung, die die erste Infektion hervorgerufen hatte, gegen das Toxin der Mistel giftfest und gegen Mistelbefall immunisiert worden ist, d. h. aktiv immunisiert im Sinne der Mediziner.

Von den anatomischen Veränderungen, die schon Laurent an den geschädigten Birnbäumen nachgewiesen hatte, sei noch besonders die Ausfüllung der Gefäße mit Gummimassen hervorgehoben. Laurent führt diese Erscheinung als kennzeichnend für das abgestorbene Holz an. Heinricher weist aber an seinen Präparatphotographien nach, daß die durch Gummi verstopften Gefäße in einer Zone unterhalb des abgestorbenen Holzes liegen, in einer Zone, die der kennzeichnenden Verfärbung des abgestorbenen Holzes noch nicht verfallen ist. Er betrachtet es daher als zweifellos, daß die Ausfüllung der Gefäße mit Gummi eine Abwehrmaßregel des Baumes darstellt, mit welcher dieser die Abgrenzung des toten Holzes gegen das noch lebende vornimmt und einem Weitergreifen der Giftwirkung zu begegnen sucht.

Weiter bespricht der Verfasser auch Wirkungen, die durch den Mistelsamen oder Mistelkeime an anderen Pflanzen ausgelöst werden und vielleicht auf Giftwirkungen beruhen. Er hebt aber hervor, daß diese Erscheinungen vielleicht einer anderen Deutung zugänglich sind, wie er überhaupt zugibt, daß manches noch weiterer Aufklärung bedarf und daß die Erklärung der Verhältnisse bei den Birnbäumen mit Hilfe der Hypothese der Antigenbildung noch näher begründet werden muß.

F. Moewes, Berlin.

Engler, A., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hochgebirgsfloren, erläutert an der Verbreitung der Saxifragen. Aus den Abhandlungen der Königl. Preuß. Akademie der Wissenschaften. Jg. 1916. Phys.-math. Klasse Nr. 1, 113 S. und 8 Tafeln. Berlin 1916.

In seiner Monographie der Gattung Saxifraga (vgl. diese Zeitschrift, 1917, Heft 1, Seite 10) hat Adolf Engler über 230 Arten dieses bemerkenswerten Pflanzengeschlechts beschrieben, dem bereits seine Doktor-dissertation (Breslau, 1866) gewidmet war und das er seitdem bei seinen systematischen und pflanzengeographischen Forschungen immer im Auge behalten hat. Am Tage seines 50-jährigen Doktorjubiläums ist von der Berliner Akademie die neue Abhandlung ausgegeben worden, in der er sich die Aufgabe stellt, die allgemeinen pflanzengeographischen Ergebnisse darzulegen, die sich aus dem speziellen Studium einer solchen großen Gattung für die Vorstellung von der Entwicklung der Hochgebirgsfloren ergeben haben. Bezüglich der Methodik weist der Verfasser auf die Wichtigkeit

hin, die die Feststellung kleinerer, engerer Verwandtschaftskreise oder Artengruppen für diese Untersuchungen hat; der weiteren oder engeren Fassung des Artbegriffs kommt keine Bedeutung zu, sofern nur die genotypischen Formen von den phänotypischen gesondert werden. Die bei weitem größte Zahl der Saxifraga-Arten gehört der oberen Waldregion, der subalpinen und alpinen Region oder den entsprechenden Zonen des Nordens an; es sind fast alles Pflanzen, die nur wenige Wochen von der Entfaltung der Blütenknospe bis zur Samenreife brauchen. Die Untersuchung der einzelnen Gruppen zeigt, daß ein Teil von ihnen vor der Eiszeit auf einzelne Gebirgssysteme beschränkt gewesen und daß ihre heutige weitere Verbreitung auf Wanderungen während und nach der Eiszeit zurückzuführen ist. Es muß aber schon in der Tertiärzeit eine weitgehende Differenzierung des Saxifragastammes vor sich gegangen sein. Bereits damals bestand ein Austausch von Arten oder eine Verbindung durch Stammarten zwischen den einzelnen Gebirgssystemen Eurasiens. Die Frage der Wanderungen wird vom Verfasser näher untersucht. Es kommen dafür die Transportfähigkeit und Keimdauer der Samen sowie die klimatischen Bedingungen, innerhalb deren eine Art oder Artengruppe gegenwärtig gedeiht, in Betracht. Die Samen der Saxifragen bleiben (nach den Feststellungen an kultivierten Arten) mindestens 1—1½ Jahre keimfähig; sie sind ferner so leicht, daß sie durch starke Winde weit fortbewegt, ebenso aber auch, den Füßen der Gebirgsvögel anhaftend, durch diese leicht fortgetragen werden können. Von dem einen der europäisch-asiatischen Gebirgssysteme zum andern konnte indessen wegen der Wärmeverhältnisse in den dazwischen liegenden Gebieten und der „mikrothermen“ Lebensbedingungen dieser Pflanzen vielfach weder vor noch auch während der Glazialzeit oder später eine kontinuierliche Verbreitung stattfinden. Engler ist daher mehr und mehr zu der Überzeugung gekommen, daß die Samenverschleppung durch Vögel bei der Verbreitung der Arten eine große Rolle gespielt hat. So erklärt es sich z. B., daß einige alpine Arten nach dem Kaukasus gewandert sind, daß aber dort mehrere Arten fehlen, die in der Eiszeit eine weite Verbreitung nicht nur in den Karpathen und Pyrenäen, sondern auch in den Polarländern erlangten; über die große Lücke von den Karpathen zum Kaukasus konnte eben nur ein beschränkter Samentransport durch Vögel erfolgen. In unseren Hochgebirgen begünstigten während der Eiszeit die fortschreitenden Änderungen der Vegetationsbedingungen die Pflanzenwanderungen; die eintretende Schneebedeckung der obersten Regionen und die Entwicklung größerer und kleinerer Gletscher schufen vielfach erst die Standortsbedingungen, die den nivalen Pflanzen zusagten. Auch in Amerika waren auf dem Höhepunkt der Eiszeit die Verhältnisse für Wanderungen nivaler Pflanzen — von den Rocky Mountains nach den Anden Südamerikas — günstiger als heute. Wie manche Fragen noch zu lösen bleiben, zeigt z. B. die Tatsache, daß im Altai, der in der Eiszeit stark vergletschert war, mit alpinen Sippen verwandte Formen vorkommen, die im Ural fehlen, dagegen auf dem Kaukasus vertreten sind, und sogar eine, die auf dem Kaukasus fehlt, aber auf den Balkan-Gebirgen und in den Karpathen nachgewiesen ist. Hier handelt es sich um eine Lücke von etwa 4500 km, zudem um eine Pflanze, die auch nahe am Baikalsee vorkommt und durch nahe Verwandte in Yünnan und Sikkim vertreten ist. Bei mehreren der glazialen und postglazialen Wanderungen

fanden die Pflanzen jedenfalls Zwischenstationen, wo sie später verschwunden sind. An einzelnen, besonders günstige Verhältnisse bietenden Standorten konnten sie sich erhalten, und so entstehen die eigentümlichen Fälle, wo weit im Süden eine Art erhalten blieb, die sich auf großen Strecken nördlich davon nicht mehr findet, und ähnliche Vorkommnisse, die unter dem Namen der Glazialrelikte bekannt sind.

Diese und andere Beziehungen werden von Engler unter Heranziehung spezieller Belege eindringlich erörtert. Hierauf unterwirft der Verfasser die Verbreitungsverhältnisse der einzelnen Sektionen und Gruppen der Gattung *Saxifraga* einer näheren Betrachtung; seine Ausführungen werden durch 40 kartographische Darstellungen, die auf 8 Tafeln vereinigt sind, anschaulich erläutert. Ein letzter Abschnitt zeigt die Verteilung der Arten über die verschiedenen pflanzengeographischen Gebiete höherer und niederer Ordnung. Diese Übersicht offenbart auch auf einen Blick die Tatsache, daß fast die ganze Gattung *Saxifraga* dem borealen Florenreich angehört; nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl von Arten entfällt auf das paläotropische und auf das Zentral- und süd-amerikanische Florenreich.

F. Mowes, Berlin.

Warburg, Otto, Die Pflanzenwelt. Zweiter Band: Dikotyledonen, Vielfrüchtler (Polycarpicae) bis Kakтусartige Gewächse (Cactales). XII, 544 S., 12 farbige Tafeln, 22 meist doppelseitige schwarze Tafeln und 292 Textabbildungen von H. Busse, H. Eichhorn, A. Grimm, M. Gürke und anderen. Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut, 1916. Preis geb. M. 17,—.

Nach drei Jahren folgt auf den ersten Teil von Otto Warburgs Pflanzenwelt der zweite Band und führt die Darstellung der Dikotylen weiter von den Polycarpicae bis zu den Kakteen in der Reihenfolge des Englerschen Systemes. Bei der Anzeige des ersten Bandes konnte auf die Eigenart des Werkes hingewiesen und seine vorbildliche Ausstattung gerühmt werden; auch wurde bereits hervorgehoben, daß es durch die zuverlässige Behandlung der wirtschaftlich wichtigen Pflanzen und die Originalität und Sachkenntnis, mit der besonders die exotischen Nutzpflanzen dargestellt werden, unerreicht in unserer Literatur dasteht. Die im zweiten Bande besprochenen Gruppen sind besonders geeignet, diese Tatsache von neuem zu bestätigen; enthalten sie doch Familien wie z. B. die Lauraceen, Leguminosen, Euphorbiaceen, Malvaceen, Sterculiaceen, deren botanische und wirtschaftskundliche Bedeutung ohne Vertiefung in ihre tropischen Formenkreise nicht erfaßt werden kann; man denke an Acacien und Citrus, an Kautschuk, Baumwolle und Kakao! Hier zeigt jede Seite, welchen Fortschritt Warburgs Schilderung bedeutet, und wie sie geeignet ist, das Verständnis und die Kenntnis dieser Pflanzengruppen weiter zu verbreiten.

Das Buch wird auch die Einsicht dafür stärken, daß die spezielle Botanik eine Voraussetzung und eine wesentliche Grundlage ist, um in die Wirtschaftskunde einzudringen und die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit zu vermehren. Der Krieg zeigt jeden Tag, wie rückständig wir in Deutschland in Pflanzenkenntnis und in wissenschaftlicher Wirtschaftskunde noch sind. Eines freilich folgt aus dem anderen, denn beide gehören eng zusammen: dessen werden hoffentlich recht viele Kreise bewußt werden, wenn sie sich in Warburgs schönes Buch vertiefen.

Dann brauchen wir uns nicht mehr warnen zu lassen vor oberflächlichem Halbwissen, das mit der Miene der Sachkenntnis davon redet, man könne Wirtschaftskunde lehren, lernen und fördern, ohne sich um die „trockene“ Pflanzenkenntnis zu kümmern. Vielmehr werden wir uns darüber freuen, daß die Kriegszeit uns ein systematisches Werk beschert, das sich Vertrauen erwirbt und solides Wissen vermittelt, wie es not tut, wenn wir Fortschritte machen wollen.

L. Diels, Berlin-Dahlem.

Pax, Ferdinand, Prantls Lehrbuch der Botanik. Vierzehnte verbesserte und vermehrte Auflage. VI, 507 S. und 470 Figuren im Text. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1916. Preis geb. M. 8,—.

Das beliebte Lehrbuch der Botanik von Prantl-Pax erscheint in neuer, 14. Auflage. Der Umfang ist nur um wenige Seiten gewachsen, der Inhalt erscheint durch Erweiterungen und Änderungen verbessert. Dem Gang der Forschung entsprechend, sind diese Umgestaltungen am häufigsten in der Darstellung der Algen und Pilze.

L. Diels, Berlin-Dahlem.

Tornquist, A., Grundzüge der allgemeinen Geologie für Studierende der Naturwissenschaften, der Geographie und der technischen Wissenschaften. Berlin, Gebr. Bornträger, 1916. 8°. VIII, 242 S. und 81 Abbild. im Text. Preis M. 9,20.

In knappen, kurzen Zügen sucht der Verfasser das Gesamtgebiet der allgemeinen Geologie im vorliegenden Bande für solche Studierende darzustellen, „welche die Geologie als ergänzendes oder grundlegendes Nebenfach ihres naturwissenschaftlichen oder technischen Hauptfaches betreiben“. Diese Aufgabe hat der Verfasser, der zugleich auf die Notwendigkeit der Beobachtung in der Natur eindringlich hinweist, gut gelöst. In lebhafter Schilderung und meist klarer Darstellung behandelt er zunächst die astronomische und geophysikalische Geologie, dann den petrogenetischen, den biologischen, dynamischen, geotektonischen und morphogenetischen Zweig dieser Wissenschaft, um mit einem sehr anregenden und dankenswerten Kapitel über angewandte Geologie zu schließen. Abgesehen von letzterem Abschnitt folgt der Verfasser im allgemeinen dem Plane, den er seinem kurz vorher (Leipzig 1916, W. Engelmann) erschienenen größeren Werke „Geologie“ zugrunde gelegt hatte.

Seine Auffassung des Umfangs der Geologie ist sehr weit, und mit der Behandlung der „Kleinformen der Erdoberfläche“ nach W. M. Davis nimmt er für die Geologie ein Gebiet in Anspruch, das man für gewöhnlich als eine Domäne des Geographen zu betrachten pflegt; nun kann es an sich für ein Problem nur von Vorteil sein, wenn es von verschiedenen Seiten in Angriff genommen wird, aber in diesem Fall begnügt sich der Verfasser in der Hauptsache mit einer knappen Wiedergabe Davisscher Lehren, ohne Wesentliches aus Eigenem hinzuzutun. Weite der Auffassung, rasches Heranziehen neuer Gedankengänge, lebendige Darstellung zeichnen das Werk aus, das manchen Jünger der Wissenschaft der Geologie gewinnen dürfte, und als besonderen Vorzug möchte ich es bezeichnen, daß der Verfasser, wo irgend möglich, durch Angabe fester Zahlen eine schärfere Vorstellung des Ausmaßes der Vorgänge, Wirkungen und Erscheinungen zu geben sucht. Andererseits wäre aber zu wünschen gewesen, daß die Vorliebe für Fremdwörter, wie sie schon oben in der Aufzählung der Kapitelüberschriften deutlich hervortritt, etwas eingeschränkt worden wäre, namentlich aber keine neuen gebildet und angewendet würden, deren

Zulässigkeit bisher erst auf schwachem Beweisgrund steht (Geosynklinal- und Geoantiklinaleruptive S. 193). In einzelnen Fällen tritt uns auch eine allzu schematische Behandlung des Stoffes entgegen (z. B. bei der Schilderung des „vulkanischen Vorgangs“, S. 122 ff.), und zuweilen finden sich auch irrtümliche Angaben (z. B. S. 125 bei der Schilderung des Pelé-Ausbruchs und ebenda in der Angabe hoher Zahlen von Opfern einzelner Vulkanausbrüche, für die sorgfältige ältere Darstellungen überhaupt keine angeben: Ätna 1669 und 1693). In einem anderen Fall findet sich auf einer Karte eine ganz irrtümliche Eintragung (S. 198, Verlauf der Gebirgsketten von Mittelamerika—Alaska u. a.!) oder es sind Ungenauigkeiten zu beobachten: so ist das Geyserphänomen zurzeit doch keineswegs auf Island und den Yellowstonepark beschränkt, wie S. 164 angegeben ist, oder es erscheinen manche Schlußfolgerungen allzu weitgehend und kühn: so, wenn z. B. S. 138 die Veranlassung zur Bebenauslösung *allgemein* auf exogene Vorgänge zurückgeführt wird u. a.

Wenn man aber von diesen und einigen anderen Mängeln absieht, so wird man das Buch mit Befriedigung aus der Hand legen. Mit besonderem Dank begrüßt man manche ausgezeichnete Abbildungen. Die neue Literatur ist fleißig benutzt, aber leider nicht genauer zitiert. Es wäre sehr zu wünschen, daß dies bei einer Neuauflage nachgeholt oder mindestens eine Liste der wichtigsten Schriften beigelegt würde.

Das Vorhandensein eines guten Registers bedeutet einen großen Vorzug des kleinen Buches gegenüber dem schon genannten größeren Werke desselben Verfassers.

K. Sapper, Straßburg.

Krusch, P., *Die nutzbaren Lagerstätten Belgiens, ihre geologische Position und wirtschaftliche Bedeutung*. Essen, Verlag der Berg- und Hüttenmännischen Zeitschrift Glückauf, 1916. 75 S., 20 Abbildungen und 3 Tafeln. Preis M. 6.—.

Seitdem das Gebiet Belgiens zum größten Teil unter deutscher Verwaltung steht, ist das schon vorher große Interesse an dem Mineralreichtum dieses Landes bei uns noch wesentlich gesteigert worden. Unter solchen Umständen ist es aufs dankbarste zu begrüßen, daß der Verfasser dieser Schrift den Inhalt einer Reihe früherer Aufsätze über diesen Gegenstand und die wirtschaftliche Bedeutung des Berg- und Hüttenwesens Belgiens hier übersichtlich zusammengefaßt hat.

Der Verfasser gibt zunächst eine knappe und klare Übersicht über den geologischen Bau des Landes: über gefalteten paläozoischen Gesteinen, welche die Sattelkerne des Hohen Venn im Süden und des Massivs von Brabant im Norden aufbauen, lagert eine meozoische und tertiäre Deckgebirgsplatte; diluviale und alluviale Ablagerungen, die nach Norden hin an Mächtigkeit zunehmen, überziehen ganz Niederbelgien.

Die wichtigsten Minerallager Belgiens sind z. Zt. *Kohle* (hauptsächlich im Süden und Norden des Plateaus von Brabant, Förderung rund 23 Millionen t jährlich) und *Phosphat* (Förderung über 300 000 t), besonders bei Cuesmes, Ciply, Mesvin, Spienne und St. Symphorien, entstanden durch Auslaugung phosphathaltiger Kreideschichten; dagegen werden *Blei- und Zinkerze*, wie auch die *Eisenerze* des Landes nur in geringem Maße abgebaut (erstere wenig mehr als 1000 t im Jahre, letztere gegen 200 000 t); auch die *Manganerz*-Förderung ist gering, wäre aber steigerungsfähig. Dagegen werden große Mengen eingeführter *Zink-, Blei- und Eisenerze* im Lande verhüttet, so daß

die Gesamtgewinnung von Zink 1912 gegen 206 000 t betrug, von Blei gegen 55 000 t, von Eisen rund 3 Millionen Tonnen.

Sehr dankenswert ist (S. 69—73) eine zusammenfassende Darstellung der „wirtschaftlichen Bedeutung des belgischen Berg- und Hüttenwesens sowie der Steinbruchindustrie im Jahre 1913“. In knapper Zusammenstellung sind die wichtigsten Zahlen und Tatsachen mitgeteilt. Ich hebe aus der Summe der Angaben heraus, daß der Steinkohlenbergbau in Belgien zwar sehr bedeutend ist (Zahl der Arbeiter gegen 146 000), aber für die Grubenbesitzer nur bescheidene Gewinne, zum Teil sogar Verluste brachte (1912, S. 70). Der Erzbergbau Belgiens ist offenbar im Niedergang: während er 1860 noch 11 141 Arbeiter beschäftigte, waren 1913 darin nur noch 388 tätig. Die sehr bedeutende Eisen- und Stahlerzeugung Belgiens (1913: 2½ Millionen Tonnen Gußeisen, 0,3 Schmiedeeisen, 1,9 Stahl) genügt nicht für den Verbrauch des Landes, so daß 1913 noch 726 300 t Eisen und Stahl eingeführt werden mußten. Sehr bedeutend ist die Ein- und Ausfuhr roher und geschliffener Diamanten (1913 je über 100 Millionen Franken). Die Steinbruchbetriebe vergrößern sich ständig und erzeugten 1913 mit fast 35 000 Arbeitern Werte von 70,6 Millionen Franken. Eine noch höhere Verwertung in der Zukunft darf erwartet werden.

3 Übersichtskarten erläutern nebst zahlreichen Abbildungen und Tabellen im Text wirkungsvoll die inhaltsreiche, wertvolle Schrift.

K. Sapper, Straßburg.

Sapper, K., *Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche*. Schriften der Wissenschaftlichen Gesellschaft in Straßburg, 27. Heft, 1917, 353 S. Preis geh. M. 24.—.

Ein Katalog der Vulkanausbrüche, der von einem so guten Kenner und trefflichen Schilderer der eruptiven Tätigkeit der Erde zusammengestellt worden ist, wie wir ihn in Sapper besitzen, ist für die Geographie wie Geologie von unschätzbarem Werte, und auch wer sich nicht gerade wissenschaftlich mit diesen Gebieten befaßt, wird Nutzen und Anregung aus dem umfangreichen Buche ziehen können. Ist doch der Vulkanismus der geologische Vorgang, der infolge seiner auf jedes menschliche Gemüt wirkenden Großartigkeit am meisten auf allgemeines Interesse zählen kann. Sappers Arbeit beschränkt sich aber nicht auf eine einfache, kritisch gesichtete Zusammenstellung der Ausbruchsdaten, sondern gibt auch die charakteristischen Züge der einzelnen Ausbrüche an. Sein Buch geht also weit über die Bedeutung eines bloßen Kataloges hinaus und bildet eine wertvolle Unterlage nicht nur für statistische, sondern auch für tiefer in die vulkanischen Erscheinungen eindringende Untersuchungen. Dies ergibt sich ja schon aus dem beträchtlichen Umfange des Kataloges.

Diese Zusammenstellung war nicht leicht. Einmal sind wir über die meisten Vulkangebiete nur wenig gut unterrichtet. Von alten Ausbrüchen ist sichere Kunde so gut wie nicht vorhanden und selbst neuere können leicht der allgemeinen Kenntnis entgehen, wenn es sich um abgelegene Gegenden handelt. Dann ist oft schwer festzustellen, wieweit man den Begriff des Einzelvulkans ausdehnen soll, ob es sich in einem bestimmten Falle um den Ausbruch eines selbständigen Vulkans oder um den eines bloßen Seitenkegels handelt. Ebenso ist die Grenze zwischen echten Ausbrüchen und der stetigen Solfataren- und Fumarolen-

tätigkeit oft sehr schwer zu ziehen. Am unvollkommensten sind wir natürlich über unterseeische Vulkane unterrichtet. Immerhin läßt sich doch schon erkennen, daß die großen Ozeanflächen ebenso frei von Vulkanen zu sein scheinen, wie die weiten Festlandsgebiete, und daß die unterseeischen Vulkane sich zumeist an Inselvulkangebiete anschließen.

Die Ausbruchsstatistik hat auch praktischen Wert, sind doch vulkanische Böden einerseits wirtschaftlich günstig, während auf der andern Seite starke vulkanische Tätigkeit oft beträchtlichen Schaden anrichtet. Eine weit zurückgehende Geschichte der Tätigkeit der betreffenden Feuerberge gibt da ein Mittel an die Hand, bis zu einem gewissen Grade das Maß dieser wirtschaftlichen Unsicherheit festzustellen. Dies ist von um so größerer Bedeutung, als ein und derselbe Vulkan erfahrungsgemäß meist für lange Zeit trotz aller Mannigfaltigkeit in den einzelnen Tätigkeitsäußerungen seinen Tätigkeitscharakter beibehält. Daraus ergibt sich, wie wichtig für den Anwohner vulkanischer Gebiete die Kenntnis der gewohnheitsmäßig an den Nachbarvulkanen auftretenden Tätigkeitsäußerungen und ihrer Wirkungen sowie die Kenntnis der möglichen Tätigkeitsäußerungen der Vulkane überhaupt ist. Die letzteren sind ja außerordentlich vielseitig: an akustische, thermische und seismische Erscheinungen schließen sich große Explosionen und im Zusammenhang damit Bildungen von Glutwolken, von Flutwellen, von Gletscherläufen sowie Lavaergüsse, Hebungen, Ausstoßen giftiger Gase u. a. an, die *Sapper* in seinen Schlußbemerkungen eingehend charakterisiert.

Besondere Beachtung finden bei der Allgemeinheit besonders die Verluste an Menschenleben. Seit 1500 sind bei 98 Ausbrüchen von 57 Vulkanen über 190 000 Menschen umgekommen, davon nur 13 500 auf der atlantisch-indischen Erdhälfte. Die meisten Opfer forderte der Ausbruch des Tambora auf der kleinen Sundainsel Sumbawa im Jahre 1815 (über 56 000), dann folgen der berühmte Ausbruch des Krakatau in der Sundastraße 1883 (36 400 zumeist durch eine Flutwelle), der des Mt. Péle auf der Antilleninsel Martinique 1902 (29 000, meist durch Glutwolken), der Laki auf Island 1783, der Kelut auf Java 1586 und der Unzendake auf Japan 1792 (je etwa 10 000). Auf diese sechs Ausbrüche fallen also allein vier Fünftel aller überhaupt bekannten Menschenverluste. Alle anderen Angaben in älteren Quellen haben sich als unzuverlässig herausgestellt. So sind beim Unzendake durch eine Flutwelle nur 700 Menschen getötet worden, während ältere Quellen von 53 000 reden.

Wie schon früher *Schneider*, so betont auch *Sapper* eine Anhäufung der tätigen Vulkane nach dem Äquator hin. Doch findet keine gleichmäßige Abnahme nach den Polen hin statt, vielmehr wechseln vulkanreichere mit vulkanärmeren Zonen. Freilich ist das Überwiegen der Vulkane in der heißen Zone in Wirklichkeit nicht so auffällig, wie es zunächst den Anschein hat, wie ich schon an anderer Stelle gezeigt habe. Es entspricht in ziemlich hohem Grade der größeren Ausdehnung der Zehngradzonen in Äquatornähe. Auffälliger ist die Anhäufung der Vulkane in dem mittelmeeischen Gürtel und dem dazu senkrechten, den Großen Ozean umrandenden Kreise, worauf *Sapper* leider nicht eingeht.

Von Interesse ist dann wieder der Begriff der Anordnungsdichte, d. h. der mittleren Entfernung der tätigen Vulkane voneinander. Geringe Dichte spricht für jugendlichen Zustand des betreffenden

Vulkangebietes. *Sapper* wendet sich dann der Tätigkeitsfrequenz der Vulkane zu. Er benützt dabei als Ausbruchseinheit das Kalenderjahr, in dem ausgesprochene Ausbruchstätigkeit stattfand. Auch hier glaubt *Sapper* eine Bevorzugung der äquatorialen Gegenden erkennen zu können. Was die Art der Förderung anlangt, so überwiegen die explosiven Ausbrüche bei weitem, und sie sind wieder weitaus überwiegend auf der pazifischen Erdhälfte zusammengedrängt.

Die Hauptförderleistung fällt auf einzelne Riesenausbrüche. Die explosiven Riesenausbrüche gehören zumeist der Umrandung des pazifischen Ozeans an, die großen Lavaeruptionen seiner Mitte und dem Atlantischen Ozean. Weitaus an der Spitze steht der Tamboraausbruch von 1815 mit 150 ckm Lockermassen, der allein ungefähr die Hälfte der gesamten sonstigen Lockerförderung der Erde seit 1700 geliefert hat. Bei der Lavaförderung fehlt eine derartige Konzentration. Bei ihr tritt auch nicht wie bei jener die Äquatorialzone hervor. Vielmehr bewirken der gewaltige Lakispaltenausbruch auf Island (1783) mit über 12 und die ungewöhnliche Lavaförderung des Kljutschew auf Kamtschatka (1829) mit $3\frac{2}{3}$ ckm, daß das Maximum erst bei 70° N erreicht wird. Da die gewaltigen Lavadecken Islands Ähnliches auch für eine längere Vergangenheit wahrscheinlich machen, so stimmt die Lavaförderung ganz besonders wenig zu dem Schneiderschen Gesetze.

Th. Arldt, Radberg.

Kleine Mitteilungen.

Die Heuschreckenplage in Anatolien und Nordsyrien und ihre Bekämpfung im Jahre 1916. (Dr. G. Bredemann [Konstantinopel], *Zeitschr. f. ang. Entom.* III. Bd., 1916, Heft 3, S. 398—404.) Die marokkanische Wanderheuschrecke (*Stauronotus maroccanus* Thunb.) bildet seit Jahren in den westanatolischen, nord-syrischen und mesopotamischen Provinzen Kleinasien eine ernste Gefahr. Trotzdem in früheren Jahren schon alle möglichen Bekämpfungsmaßnahmen ergriffen worden waren, gelang es bisher nicht, das Übel fühlbar einzudämmen, und so entschloß sich denn vor 2 Jahren die türkische Regierung, für 1916 unter der Leitung deutscher Sachverständiger einen regelrechten Feldzug gegen die Schädlinge zu organisieren. Da die Bekämpfung jeden Schädlings erst dann wirksam wird ausgeführt werden können, wenn die Biologie des betreffenden Insekts in seinen Grundzügen klarliegt, so mußte zuerst das biologische Verhalten der Wanderheuschrecke, wie es für die kleinasiatischen Provinzen in Betracht kommt, studiert werden: Anfang Juli bis Mitte August legt das Weibchen eine größere Zahl von Eiern, durchschnittlich 35 Stück, zu einem Eipaket vereinigt in der Erde, etwa 2 bis 5 cm unter der Oberfläche, ab. Als Eiablageplätze bevorzugen die Tiere „entwaldete, mit spärlicher, kurzer Grasnarbe bedeckte steinige Bergabhänge“, wie sie in Anatolien überall anzutreffen sind. Nach einem Eistadium von 8 bis 9 Monaten schlüpfen im März des nächsten Frühjahrs die jungen Heuschreckenlarven aus. Während der ersten 4 Häutungen, also etwa während der ersten 6 bis 8 Wochen, sind die Larven ungeflügelt und wachsen zu ihrer natürlichen Größe (20 bis 30 mm) heran. Die Larven führen ein gesellschaftliches Leben: auf der Nahrungssuche finden sich immer mehr Trupps zusammen und so entstehen mit der Zeit jene gewaltigen Wanderzüge, die oft viele Kilometer lang und

bis zu 1 Kilometer tief sich über das Land hin ergießen, einem lebenden, breiten, braunen Bande gleich“. Untertags wandern die Tiere, in den späten Nachmittagsstunden fallen die Züge irgendwo ein und stillen während der Nacht ihren Hunger. 6 bis 8 Wochen lang durchziehen die Heuschreckenlarven so, allabendlich kilometerweit Vernichtung bringend, das Land. Erst wenn mit der 5. Häutung die Flügel vollentwickelt sind, erheben sich die Tiere in großen Schwärmen in die Luft und fliegen, lebende Wolken bildend, über das Land hin, nach Nahrung und nach günstigen Eiablageplätzen spähend. Ist die Eiablage nach etwa 8 bis 14 Tagen erfolgt, so neigt sich das Leben der Heuschrecke seinem Ende zu, die Tiere gehen bald darauf ein.

Der Kampf gegen den Schädling wurde mit der Schaffung einer großzügig angelegten *Organisation der Bekämpfungsmannschaften* begonnen: auf Grund eines eigens zu diesem Behufe eingebrachten „Heuschreckengesetzes“ wurden in den Monaten März–Mai neben einem Stab von 85 „Bekämpfungsdirektoren und Offizieren“ etwa 1000 Unterleiter mit verschiedenen Funktionen und etwa 10 000 Arbeitersoldaten beschäftigt, dazu war die Zivilbevölkerung in den 11 Bekämpfungsbezirken Westanatoliens verpflichtet, täglich 450- bis 500 000 Menschen zur unentgeltlichen Mithilfe zu stellen. Während in Rußland und in Amerika im Kampf gegen die Heuschrecken hauptsächlich die chemische Bekämpfungsmethode angewandt wird, die sich auf das Auslegen vergifteter Köder (Kleie) stützt und mit der vorzügliche Erfolge erzielt worden sind, bedienen sich die Bekämpfungsleiter in Kleinasien ausschließlich der *technischen Methode*, mit Hilfe deren einmal die *Vernichtung der Eier* und dann auch die *Vertilgung der ungeflügelten Larven* betrieben wurde. „Die Vernichtung der Eier findet statt durch Umpflügen des Bodens oder Einsammeln mit der Hand.“ Die Methode ist begreiflicherweise zwar sehr mühselig und erfordert zahlreiche Arbeitskräfte, aber die Ergebnisse, welche dank dem obengeschilderten Menschenaufgebote erreicht werden konnten, waren glänzende: es wurden in der kurzen Bekämpfungsperiode 1916 35 000 ha „Heuschreckeneierboden“ umgepflügt und rd. 6420 t Heuschreckeneier gesammelt! Die Bekämpfung der ungeflügelten Larven geschieht von seiten der einheimischen Bevölkerung mittels zwei ebenfalls recht primitiver Methoden, mittels der „Graben-“ und der „Tücher-Methode“. Man veranstaltet Kesseltreiben und jagt die Larven in vorher aufgeworfene Gruben, wo sie mit Erde bedeckt und erstickt werden (Grabenmethode). Oder man treibt sie auf vorgehaltene Tücher, in denen man sie zusammenschüttelt und wieder in Erdgruben tötet (Tüchermethode). Auch diese beiden Methoden erfordern natürlich eine Unzahl von Arbeitskräften, die gerade in der Kriegszeit, zumal schon der Eiervernichtungskampf große Ansprüche an das Menschenmaterial stellte, nur mit äußerster Schwierigkeit zu bekommen waren. Infolgedessen waren die leitenden deutschen Sachverständigen darauf bedacht, eine Methode zu ersinnen, die „mit geringem Aufwand an Menschenkräften wirksame Erfolge zeitigt“. Eine solche Arbeitsweise fand Dr. Bücher in der „Zinkmethode“, einer Modifikation des alten „Cyperschen Apparates“. Bredemann beschreibt das Verfahren folgendermaßen: „Man errichtet quer zur Wanderrichtung eines Heuschreckenzuges aus 30 cm hohen Zinkblechstreifen eine gerade Zinkwand, 500 bis 1000 m lang. Senkrecht zu dieser Wand wird eine Anzahl von rechtwinkligen

Fanggräben ausgehoben, ca. 1 m tief, 2 bis 4 m lang und 1 m breit, die also mit der schmalen Seite an die Zinkwand stoßen. Wenn die im Wanderzug heranziehenden Larven an die Zinkwand gelangen, können sie das glatte Blech nicht übersteigen und biegen nach rechts oder links ab, alle hinterhermarschierenden folgen, und so entsteht eine Wanderung an der Zinkwand entlang. Dabei gelangen die Tiere in die Fanggruben. Diese sind mit Zinkblech umlegt, so daß die Tiere nicht wieder herauskönnen. Der Sauerstoff der Luft wird in diesen Gruben durch die Atmung so vieler Lebewesen sehr bald verbraucht und die Tiere gehen schnell an Erstickung zugrunde.“ — In diesen selbsttätigen Fällen kann ein Heuschreckenschwarm in 2 bis 4 Tagen leicht abgefangen werden. Die Zinkwände sind natürlich unschwer abzubrechen und zu transportieren und können dann sofort wieder an einem anderen Ort benützt werden. Bei einer Bedienung von 35 bis 40 Mann wurden mit einer solchen 800 m langen Zinkfalle an 2 Tagen allein ca. 100 000 kg und während der ganzen Kampagne etwa 250 000 t Larven vernichtet. Die „Zinkmethode“ hat sich demnach ausgezeichnet bewährt und verdient als klassisches Beispiel einer technischen Schädlingsbekämpfungsmethode bezeichnet zu werden. Wie segensreich sich ihre Wirkung schon in der ersten Saison fühlbar machte, erhellt am besten daraus, daß der Schaden, den die Heuschreckenlarven in den Hauptbefallsgebieten heuer am Wintergetreide anrichteten, im Durchschnitt nicht über 2 bis 5 % betrug. Bedeutend größer war der Schaden, den eingefallene Schwärme geflügelter Heuschrecken, gegen die in Anatolien nicht vorgegangen worden ist — man könnte im Kampf gegen sie den Versuch machen, sie nach ihrem Einfall mit Mineralgift zu vergiften — an der Sommerfrucht, besonders am Mais, verursachten: er belief sich an manchen Orten auf bis zu 60 %. Aus diesem Schadensprozentatz geht schon hervor, daß trotz der gewaltigen Erfolge der Bekämpfung noch große Massen von Schwärmen das Land überfliegen konnten und daß die Heuschreckengefahr für Kleinasien durch die Ergebnisse des ersten „Feldzuges“ noch lange nicht als überwunden gelten darf. Immerhin lassen die heurigen Ergebnisse hoffen, daß, wenn die energischen Maßnahmen der Bekämpfungsperiode 1916 in den nächsten Jahren mit derselben Tatkraft wieder ergriffen werden, in wenigen Jahren die Heuschreckenplage für Anatolien beseitigt werden kann.

H. W. Fr.

Im September 1916 hielt der Botaniker der Königl. Forstakademie in Hann.-Münden, Prof. Büsgen, gelegentlich einer Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Frankfurt a. M. einen Vortrag über die *Nutzung des deutschen Waldes im Kriege*.

Unsere Holzeinfuhr aus dem Ausland, an der Rußland in erster Linie beteiligt war, betrug im Jahre 1911 etwa 11 Millionen Festmeter. Zur Erzeugung einer solchen Nutzholzmasse müßte die Waldfläche Deutschlands, die jetzt rund 13 Millionen ha beträgt, sich um 6–9 Millionen ha vergrößern, die an forstlich nutzbarem Gelände in Deutschland nicht zur Verfügung stehen. Indessen haben unsere gefüllten Holzlager und vermehrter Einschlag, den unsere vorsichtig wirtschaftende Forstverwaltung erträglich macht, zusammen mit der Nutzung der zum Teil walddreichen besetzten Gebiete trotz des großen Bedarfs der Heeresverwaltung einer eigentlichen Holznot bisher vorgebeugt. Andererseits sind im Frieden weniger beachtete

Nebennutzungen des Waldes im Kriege zu erhöhter Bedeutung gelangt. So wird die vom Landwirt stets begehrte, vom Forstwirt im Interesse des Waldes in engen Grenzen gehaltene Waldstreunutzung, wo Not ist, gern gewährt. Auch Futternutzung liefert der Wald im Laub und den ganz jungen, noch holzarmen, aber an nährstoffbeladener Rinde reichen Zweigen, die nach geeigneter Behandlung bis zu etwa 50 % anderem Futter zugesetzt werden. Eine weitere Futterquelle bietet die Waldweide mit Gras und den verschiedensten nahrhaften Waldkräutern, unter denen z. B. der Grundstock des Adlerfarns gewonnen und trocken aufbewahrt werden kann. Für den Menschen kommen die Beeren in Betracht, deren Gesamtertrag in den preußischen Staatswäldern schon 10 Millionen Mark erreicht hat; ferner die Pilze, die, auf mehr als 1 Million kg veranschlagt, auch als Fischfutter dienen. Im mykologischen Institut der Kgl. Forstakademie in Hann.-Münden hat Prof. Falck ein Zuchtverfahren für Champignons ausgearbeitet, das uns von französischer Brut unabhängig macht. Die Düngewirkung des Walddaubes benutzt die Hackwaldwirtschaft und der Waldfeldbau, eine Wechselwirtschaft zwischen forstlichen und landwirtschaftlichen Erzeugnissen, die, in Gebirgsgegenden von alters her geübt, dann aber der lohnenderen Nutzholzzucht zuliebe eingeschränkt, jetzt z. B. im Odenwald sich wieder belebt hat. Außer Buchweizen und Korn werden zum Teil unter Benutzung von Mineraldünger Ölpflanzen angebaut.

Aus dem Holze selbst sucht man Nahrungsmittel zu gewinnen durch feinste Zerkleinerung, welche die in den Holzzellen eingeschlossenen verdaubaren Stoffe zugänglich macht (Holzmehl), oder durch chemische Behandlung. Die letztere ist namentlich für die Spiritusindustrie wichtig geworden, indem sie Holz an Stelle von Getreide und Kartoffeln als Rohstoff liefert, wobei in gewissen Verfahren die Abfallauge der Zellulosefabriken verwendet und Zellulose nebst Dungstoffen als Nebenerzeugnisse gewonnen werden können.

Für unsere Papierindustrie und die verschiedenen auf leichte und schwere Harzöle (Schmieröl, Lack) angewiesenen Betriebe, auch für die Heeresverwaltung war der Wegfall der Harzeinfuhr infolge des Krieges bedenklich, da Deutschland im Frieden fast seinen ganzen Bedarf von mehr als 1 Million Doppelzentner aus dem Auslande bezog. Es ist gelungen, das Harz zum Teil durch andere Stoffe, z. B. Buchenteeröl, zu ersetzen; aber auch unser Wald bot bisher noch kaum genutzte Harzquellen. Auf Wundflächen der Stämme sich ansammelndes Fichtenharz wird abgescharrt, Forstmeister Kienitz in Chorin hat ein Verfahren zur Harzgewinnung aus unserer Waldkiefer ausgearbeitet und erprobt, und aus Kiefernstubben wird nach einem Eberswalder Verfahren (von Schwalbe) Harz auf chemischem Wege abgeschieden.

Eine alte, durch den Krieg zu neuem Ansehen gekommene Nebennutzung des deutschen Waldes ist endlich die Gerbstoffgewinnung. Unsere Lederindustrie verbraucht im Frieden 800.000 Doppelzentner Gerbstoff, wovon rund 660.000 Doppelzentner aus dem Auslande eingeführt wurden. Dem Wegfall der Einfuhr steht eine Beschränkung der Gerberei aus Mangel an Häuten entgegen, aber trotzdem blieben noch etwa 180.000 Doppelzentner mehr zu beschaffen, als Deutschland bisher hervorgebracht hat. Hier ist die erhöhte Nutzung der Schälwälder helfend eingetreten, die infolge der wachsenden Einfuhr ausländischer Gerbmittel schon fast auf den Aussterbeetat gesetzt waren. Ferner hat die Nutzung der Fichtenrinde zur Gerbstoff-

gewinnung großen Aufschwung genommen, nachdem noch kurz vor dem Krieg Deutschland 267.000 Doppelzentner Fichtenrinde eingeführt und die einheimische Rinde fast ungenutzt gelassen hatte. Auch Eichenholz und Edelkastanienholz liefern Gerbstoff, und namentlich auf das letztere hat die Versuchsanstalt für Lederindustrie besonders aufmerksam gemacht.

Es fehlt der Raum, um auf die zahlreichen Erfindungen und Patente einzugehen, welche die Kriegsnutzung des Waldes gezeitigt hat. Auch die Überwindung der Arbeiter- und Transportschwierigkeiten kann nur angedeutet werden. Welcher Wert auf die Forstnebenerzeugnisse gelegt wird, zeigt am besten der Umstand, daß dem Kriegsernährungsamt ein forstlicher Sachverständiger beigegeben worden ist, der ein sehr vielseitiges und arbeitsreiches Programm zu erledigen hat. Autoreferat.

Die Resorbierbarkeit der Nährhefe. Nach einer eingehenden kritischen Betrachtung findet Rubner, daß man vom Standpunkte der nationalen Ernährungswirtschaft durch die Erzeugung von Mineralhefe nach Delbrück keine neuen Nahrungswerte gewinnen kann. Es schien ihm von Interesse, die Resorbierbarkeit der Nährhefe zu prüfen, um einen Vergleich mit anderem pflanzlichen Material ausführen zu können. Er hat daher beim Hunde eine Fütterung mit Nährhefe vorgenommen und letztere einer genau auf die Resorbierbarkeit untersuchten Kost (1000 g Fleisch) zugesetzt. Für die Fleischfütterung hatte Rubner die Ausnutzungsverhältnisse und die genauen Kotmengen festgestellt, ebenso jene Kotmengen, welche bei der Mischung von Fleisch und Hefe erhalten wurden. Der Hund merkte den Hefezusatz, nahm aber die Mischung ohne Widerwillen. Am zweiten Tage zeigte sich dünner, gasiger Kot als eine bei diesem Hunde völlig unerwartete Erscheinung. In 100 Teilen Nährhefe waren enthalten: 8,60 Asche, 91,40 Organisches, 3,32 Pentosen = 2,93 % Pentosan, 0 Zellulose, 19,99 in Alkohol, Äther und Chloralhydrat Unlösliches mit 1,5 g Pentose = 0,39 g Pentosan, 9,79 N = 61,19 Protein, 0,88 Fett und 8,09 g Glykogen. Von der Nährhefe wurden 150 g pro Tag gegeben, welche 140,4 g Trockensubstanz besaßen. Eine Zusammenstellung gibt die Mengen genannter Substanzen in 150 g Nährhefe an, während zwei weitere Tabellen über die Zusammensetzung des Kotes berichten. Der Kot enthielt Pentosen und teilweise jene Substanz, welche in der zugeführten Hefe nach Ausziehen mit Alkohol, Äther und Chloralhydrat nachzuweisen war und zahlreiche Zellen eingeschlossen hatte. Dieser Rückstand war verhältnismäßig groß, während der Fleischkot sich unter dieser Behandlung bis auf Spuren auflöste. Die Gesamtmenge der Resorption der organischen Bestandteile der Nährhefe ergab: 1 g trockene Hefe lieferte 4,413 Kcal. an Verbrennungswärme, im Tage waren demnach verabreicht worden 619,6 Kcal. 1 g Kot lieferte 2,662 Kcal., also 132,0 Kal. pro Tag. Im Kot nach der Fleischfütterung wurden ausgeschieden 67,7 Kal., also kommen 64,3 Kal. auf die Trockenhefe. Der Gesamtverlust ist also 10,37 %¹⁾. Dieser Verlust ist größer als jener des reinen Fleisches. Von den angeführten Bestandteilen der Hefe wurden die Pentosen sehr gut resorbiert, indem 8,79 %¹⁾ im Kote wieder erschienen. Besser resorbierbar scheinen noch jene Pentosen zu sein, die in dem in Alkohol, Äther und Chloralhydrat unlöslichen Teil ent-

¹⁾ Im Original befinden sich die Zahlen 10,77 % und 9,40 %. Doch sind Rechenfehler unterlaufen.

halten sind, da nur 6,10 % zur Ausscheidung gelangten. Was die *Stickstoff-Ausscheidung* betrifft, so betrug diese, abzüglich jener der Fleischkost angehörenden, nur 1,60 %. Diese Resorption ist als günstig zu bezeichnen, wobei *Rubner* bemerkt, daß sie jedoch ohne Rücksichtnahme auf die normalen Stoffwechselprodukte berechnet ist, denn diese sind bereits als Fleischkotrestrabgezogen. Der Harn zeigte folgende Verhältnisse: Gefüttert waren 1000 g Fleisch, welches 30,90 g N enthielt. Dazu kamen 13,74 g N der Nährhefe, d. i. pro Tag 44,64 g N. Ausgeschieden wurden im Durchschnitt von drei Tagen 31,15 g pro Tag, dazu im Kot 1,31 g N, daher Gesamtumsatz 32,46 g N. Somit war ein täglicher Ansatz von $44,6 - 32,5 = 12,1$ g N vorhanden. *Rubner* erklärt das Gesamtergebnis der Resorption der Hefe als nicht ungünstig, meint aber, daß der Versuch am Hunde zur Zurückhaltung in der Menge der gefütterten Substanz wegen der breiigen und gasigen Beschaffenheit des Kotes mahne. — Er bezeichnet es als irreführend, die Hefe als *Fleischersatz* zu preisen, denn man kann von der Nährhefe nur erwarten, daß sie als *Eiweißträger* Verwendung findet. In den Schriften trete eine Verwechslung des Nährstoffwertes mit der diätetischen Bedeutung auf. Fleisch kann für die rein stoffliche Betrachtung durch eine bestimmte Menge von Salzen, Fett, von Eiweiß vertreten werden, aber nicht vom diätetischen Standpunkt. Fleisch und Hefepulver sind in dieser Richtung inkommensurabel. (*Max Rubner, Münchner Medizinische Wochenschrift*, 63. Jahrg., Nr. 18, S. 629.) W.

Die Verwendung von Kartoffelwalmehl als Zusatz zur Säuglingsnahrung. Prof. E. Müller hat versucht, in Nahrungsmischen für Säuglinge das Kriegsmehl (Mischung von Weizen- und Roggenmehl) durch Kartoffelmehl (Kartoffelstärke) zu ersetzen. Aber es zeigte sich, daß die mit ihm hergestellten Milchspeisen leicht eine kleisterartige Konsistenz annahmen. Müller ersetzte das Kartoffelmehl durch *Kartoffelwalmehl*, d. s. gemahlene Kartoffelflocken. Diese werden aus gedämpften Kartoffeln hergestellt, der entstandene Kartoffelbrei auf heißen Walzen getrocknet und die entstandenen Flocken gemahlen. Die Art der Herstellung stellt die Kartoffelflocken an Nährwert weit über das Kartoffelmehl, indem sie die zur Ernährung wichtigen Mineralsalze der Kartoffeln in nahezu unverminderter Menge enthalten, während das Kartoffelmehl durch den Wasch- und Klärprozeß derselben in großer Menge beraubt wird. Das Kartoffelwalmehl hat sich bei der Ernährung von Säuglingen sehr gut bewährt und stellt sich nach Erfahrungen Müllers den alten Kindermehlen ebenbürtig an die Seite. (Prof. Dr. Erich Müller, *Berliner Klinische Wochenschrift* 1916, Nr. 43, S. 1172.) W.

N-Brot, ein Kraftbrot. Dasselbe soll den Nährwert des bewährten K-Brotes durch Eiweißzufuhr noch erhöhen und eine Art Kraftbrot darstellen. Zwecks Herstellung des N-Brotes wurden von dem Verfasser, Dr. Roßmann (Berlin), und seinem Mitarbeiter Dr. Mayer Versuche mit Zusätzen von Nährhefe gemacht. Das geeignete Mengenverhältnis als Zusatz sind $2\frac{1}{2}$ %. Das Brot war wohlschmeckend, eiweißreich, mit normaler Krume und Kruste. Es war folgendermaßen hergestellt worden: 217 g Roggen- oder Weizenmehl und 56 g Kartoffelstärkewalmehl oder -flocken wurden gemischt. In 200 ccm Wasser wurden 7 g Nährhefe, 8 g Kochsalz und 4—5 g Hefe (Treibmittel) fein

verteilt, das Wasser- und Mehlgemisch als Teig tüchtig durchgeknetet, aufgehen gelassen und wie üblich als Brot gebacken. Von der Konsum-Genossenschaftsbäckerei Berlin-Lichtenberg im großen angestellte Versuche ergaben ebenfalls ein sehr günstiges Resultat. Der Nährhefezusatz war nicht zu schmecken. Analyse des Brotes: Wasser 44,31 %, Asche 1,31 %, Fett 0,20 %, Rohfaser 0,03 %, Protein 5,87 %, N-freie Extraktstoffe 48,28 %. (Dr. Roßmann [Berlin], *Chemiker-Zeitung*, Jahrg. XI, Nr. 18, S. 135.) W.

N-Brot. Den Versuchen von Prof. Jalowetz lag die Absicht zugrunde, dem Brot eine möglichst große Nährhefemenge einzuverleiben, um ihm dadurch den Charakter eines Kraftbrotes zu geben. Er erhielt bei dem verwendeten Mengenverhältnis von 92 % Mehl und 8 % Nährhefe ein in jeder Hinsicht einwandfreies Gebäck. Versuche im praktischen Betriebe ergaben die Möglichkeit, in das durch die österreichische Brotkarte zugewiesene Brotquantum von 280 g eine verhältnismäßig große Eiweißmenge einzuführen. Bei der Herstellung des N-Brotes bediente sich Jalowetz des Kunstgriffes, zur Teigbereitung soviel Wasser zu verwenden, daß sich ein weicher Teig ergab, der nur in Formen gebacken werden konnte. Die Untersuchung des Brotes ergab 42,9 % Wasser und 15,4 % Protein in der Trockensubstanz, während das Roßmannsche Brot 10,5 % in derselben aufwies. Ein Grund gegen die allgemeine und ausgedehnte Verwendung liegt darin, daß nach von Prof. Salomon¹⁾ durchgeführten Versuchen beim Genuß von 300 g N-Brot (24 g Nährhefe) eine deutliche Erhöhung des Harnsäuregehaltes im Harn auftrat. Das allgemeine Ausnutzungsverhältnis des Hefebrotes war nicht schlechter als das des gewöhnlichen Brotes und auch der Stickstoffgehalt des Stuhles bewegte sich in normalen Grenzen. (Prof. E. Jalowetz, *Chemiker-Zeitung*, 40. Jahrg., Nr. 87, S. 617.) W.

N-Sirup. Die Versuche entsprangen dem Gedanken, für Ernährungszwecke einen Sirup herzustellen, der neben großen Mengen von Kohlehydraten durch Zusatz von Hefe auch Eiweißkörper enthalte. Zu diesem Zwecke wurde von Prof. Jalowetz das Studium der Einwirkung von verschiedenen großen Hefemengen auf Zuckerlösungen verschiedener Konzentration aufgenommen. Es gelangten nur hochkonzentrierte Zuckerlösungen zur Verwendung. Die Ergebnisse an *invertiertem* Zucker sind in einer Tabelle zusammengestellt. Hierbei ergab sich, daß bei konzentrierten Zuckerlösungen die Inversionswirkung von der Hefemenge abhängig war, und daß selbst bei den stärksten Konzentrationen bei genügender Hefegabe eine weitgehende Inversion eintrat. Die Herstellung des N-Sirups erfolgte in der Weise, daß der Zucker bei 40° C. gelöst und hierauf dickbreiige Brauerihefe eingerührt wurde. Während vier Stunden wird das Gemenge bei 53 bis 54° C. gehalten, dann zur Sirupdicke eingedampft. Ein Laboratoriumspräparat zeigte einen Proteingehalt von 2,4 %, hatte einen sehr feinen Geschmack und den Charakter eines Malzextraktes. Bei größeren Gaben von Hefe ließ sich der Eiweißgehalt steigern, ohne daß das Produkt bezüglich des Geschmackes beeinträchtigt worden wäre. (Prof. E. Jalowetz, *Chemiker-Zeitung*, 40. Jahrg., Nr. 127/128, S. 893.) W.

¹⁾ „Die Naturwissenschaften“ 5. Jahrg., 8. Heft, S. 126.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg.

Sitzung vom 13. Dezember 1916.

M. B. Schmidt: *Milz und Leber in ihrer Bedeutung für den Blutaufbau.* Rote Blutkörperchen können sich nicht selbst abbauen, sie bleiben, in doppelt unterbundenen Gefäßen (*v. Baugarten*) und in vitro steril aufgehoben, lange wohl erhalten, wenigstens nur durch osmotische Vorgänge verändert. Rascher Abbau und Umwandlung in Hämosiderin tritt dagegen bei Zusetzung von fremdem autolytischen Ferment in vitro ein (*Leupold*). Demnach steht die Pigmentmetamorphose unter dem Einfluß eines solchen Fermentes, und daraus erklärt sich, daß in Extravasaten Hämosiderin nur innerhalb lebenden Gewebes entsteht und für die physiologische Verarbeitung in der Zirkulation abgenutzter Blutkörperchen, Organzellen, nämlich die der Milz, nötig sind. In Anknüpfung an seine fortgesetzten Untersuchungen über den Eisenstoffwechsel bespricht *Schmidt* die Milzexstirpation bei hämolytischen Anämien. Gegenüber der Meinung *Eppingers* u. a., daß ein gesteigerter Untergang der Erythrozyten in der Milz Ursache dieser Anämien sei, betont er, daß nach seinen Untersuchungen der Pigment- und Eisengehalt der Milz dabei nicht gesteigert zu sein braucht, manchmal sogar, auch bei chemischen Untersuchungen, auffallend gering ist. Der Einfluß der Exstirpation der normalen Milz auf das Blutbild ist sehr wechselnd, besteht bald in Vermehrung, bald in Verringerung der Erythrozyten und des Hämoglobins; offenbar sind Einflüsse anderer Organe dabei im Spiel. *Schmidt* fand, daß bei Mäusen nach Exstirpation der Milz oder nur Verödung durch Abbindung der Blutgefäße regelmäßig Milzgewebe in Form zellreicher Herde in der Leber sich entwickelt, welches aus den Kupfferschen Sternzellen hervorgeht und so in die Blutbahn der Leber eingebaut ist: in ihm werden rote Blutkörperchen, wie sonst in den Retikulumzellen der Milz, abgebaut. Sternzellen und Milzretikulumzellen sind also gleichwertig. Mit letzterer Beobachtung stimmt überein, daß in der menschlichen Leber bei gesteigertem Bluterfall (Verbrennung usw.), ferner normal in der Vogelleber (*Mc. Nec*), und bei anderen Tieren nach Milzexstirpation Erythrophagie in den Kupfferschen Zellen vorkommt. Die Milz ist also der organartige Hauptrepräsentant einer auch an anderen Stellen vorkommenden Zellart, wie das Nebennierenmark für die chromaffinen Zellen. Die milzartigen Herde der Leber liefern nach *Schmidts* Versuchen Zellen in das Blut, die den großen Mononukleären gleichen. Dies unterstützt die Angabe *Aschoffs*, daß die großen Mononukleären des Blutes aus der Milz stammen.

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg.

Sitzung vom 10. Januar 1917.

Herr *Jaensch* sprach über die Wahrnehmung von Helligkeiten und das Gesetz des Helligkeitskontrastes von *Heß und Pretori* (nach Versuchen von *E. A. Müller*). Die Farbenkonstanz der Sehdinge bei wechselnder Beleuchtung wird physiologischerseits durch die Anpassungsvorgänge des Umgebungscontrastes, der Adaptation und des Pupillenspiels erklärt, während in der Psychologie zurzeit die Neigung besteht, die Farbenkonstanz als eine durch Erfahrung erworbene Berücksichtigung der Beleuchtung zu deuten. Beide Lehren sind unzureichend. Eine Erklärung müßte ausgehen von der vom Vortragenden früher für den Farbenkontrast, im gegenwärtigen Bericht für den Helligkeitskontrast erwiesenen Tatsache, daß zwischen den quantitativen Gesetzen des Contrastes und der „Berücksichtigung der Beleuchtung“ genaue, ins einzelste gehende Übereinstimmung besteht, die gleichwohl durch keine der ge-

nannten Hypothesen erklärbar ist. Vortragender erweitert das Gesetz von *Heß-Pretori*, nach welchem die graphische Darstellung der betreffenden Kontrastversuche ein System von Geraden ergibt. Die Geraden gehen, verlängert, durch einen Punkt, bilden also ein Büschel: $y - \lambda x = 0$. Auch hierzu gilt bei der Berücksichtigung der Beleuchtung die genaue quantitative Analogie.

In der anschließenden Mitteilung über die Frage der Gleichförmigkeit des Geschehens auf psychologischem und physiologischem Gebiete weist Vortragender das schon in der Hering-Helmholtzschen Debatte hervorgetretene Argument zurück, daß die individuelle Differenziertheit und Labilität der psychischen Erscheinungen von anderer Größenordnung sei als die der psychologischen.

Sodann teilte Herr *F. Richarz* einige kleine ältere Überlegungen und Beobachtungen mit, und erläuterte diese mit Demonstrationen. Über die Farbe des Mondes. Der Mond erscheint am Nachthimmel gelb, am Tageshimmel weiß. Erklärung dieser bekannten Erscheinung sieht Vortragender darin, daß sich zu dem allein genommen gelben Mondlicht bei Tage das blaue Himmelslicht addiert. Denn das letztere ist ein Teil des Sonnenlichtes, welches aus der Atmosphäre selbst zurückgestrahlt wird, nicht aber eine durch irgendwelche selektive Absorption entstehende Subtraktionsfärbung. Die zweite Beobachtung betrifft durch Kontrast rötlich erscheinende Felsen, über welche Wasserfälle von grünlicher Färbung hinweggleiten. Die dritte Mitteilung betraf Wolken, die aus feinsten Teilchen bestehen und im durchgehenden Licht gelblich, im zurückgeworfenen Licht bläulich erscheinen. Die Erscheinung ist besonders schön, wenn beide Arten der Beleuchtung nebeneinander existieren.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

15. März. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

1. Herr *Correns* sprach über das gemeinsame Vorkommen einer dominierenden und einer rezessiven Sippe im Freien. An Hand von Zählungen und Beobachtungen an *Salsola Kali* wurde das Verhalten zweier verwandter, synözischer Sippen im Freien besprochen und auf die Schlüsse eingegangen, die sich daraus für das Problem der Artbildung ergeben.

2. Die philosophisch-historische Klasse hat Herrn *Stumpf* für phonographischen Aufnahmen griechischer Dialekte und Gesänge 900 M. bewilligt.

22. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

Herr von Waldeyer-Hartz machte eine zweite Mitteilung über Intraparietalnähte. (Abb.) Es werden die Ergebnisse einer großen Reihe weiterer Untersuchungen an Säugetierschädeln mitgeteilt unter Hinweis auf mögliche Täuschungsformen. Ferner die Beziehungen der Gefäße zu den Verknöcherungszentren im Bereiche des Scheitelbeines sowie die eigentümlichen Nahtknochen zwischen Parietale, Occipitale und Squamosum, die sich auffallend häufig bei mehreren südamerikanischen Nagetierarten finden.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

15. März. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. *R. Wegscheider* überreicht eine auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. *F. v. Hemmelmayr* im Chemischen Institut der Universität Graz ausge-

fürhte Arbeit: „Über das Verhalten der Alkalisalze der Polyoxybenzoesäuren bei höherer Temperatur“, von Danica Mrazek. Beim Erhitzen der Alkalisalze der Di- und Trioxybenzoesäuren im Wasserstoffstrome auf 200 bis 300° findet eine Umlagerung der Säuren nicht statt, wohl aber in einigen Fällen Bildung von Di-, bzw. Trioxyphtalsäuresalzen.

Das w. M. Prof. Hans Molisch überreicht eine von ihm ausgeführte Arbeit unter dem Titel: „Das Plasmamosaik in den Raphidenzellen der Orchideen *Haemaria* und *Anoctochilus*“. Das Plasma erscheint in der Vollansicht als ein zierliches, großmaschiges Netz, als ein Mosaik und in der Seitenansicht, z. B. im Querschnitt als ein gekammerter Schlauch. Es handelt sich hier nicht um einen labilen, wabigen Bau im Sinne von Bütschli, sondern um einen stabilen, dauernden Bestandteil der Zelle, wie er in dieser Art bisher in Zellen höherer Pflanzen nur bei den als Salep beschriebenen Knollen von *Orchis* und *Ophrys* beobachtet worden ist.

22. März. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Ph. Furtwängler: „Über Kriterien für die algebraischen Zahlen.“ Ist α eine reelle oder komplexe Zahl, so läßt sich ihr eine gewisse Reihe von Minima $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_i, \dots$ zuordnen. Diese Reihe hat stets dann und nur dann, wenn α eine algebraische Zahl n -ten Grades ist, die Eigenschaft, daß sie nicht abbricht und daß unter den Quotienten $\frac{\varphi_i + 1}{\varphi_i}$ nur eine endliche Anzahl von verschiedenen vorkommen.

Prof. Dr. Anton Lampa in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über das Mitschwingen von Saiten.“ Es werden folgende Fälle näher untersucht: 1. Die Amplitude der äußeren Kraft ist längs der ganzen Saite konstant; 2. sie ist zur Saitenmitte a) symmetrisch, b) spiegelsymmetrisch verteilt; 3. sie ist von einem Endpunkt an längs eines Saitenstückes konstant, längs des übrigen Null. Ergebnis: Bei 1 treten im stationären Zustand nur ungeradzählige Schwingungsformen auf (Ordnungszahl des Grundtons = 1); bei 2 a nur un-

geradzählige, bei 2 b nur geradzählige; bei 3 sind alle Schwingungsformen prinzipiell möglich, davon scheiden aber bei einem bestimmten Wert des Verhältnisses der Längen beider Saitenstücke gewisse Gruppen von Schwingungsformen aus, in denen die erste Schwingungsform geradzählig oder ungeradzählig sein kann.

E. Müller: „Duale Gegenstücke zu den flächentheoretischen Sätzen von Meusnier und Euler.“ Das duale Gegenstück der Dupinschen Form des Meusnierschen Satzes lautet: Umschreibt man einer nicht abwickelbaren Fläche Φ aus den Punkten einer sie in p berührenden Tangente T die Kugel, so umhüllen deren zu T gehörigen Krümmungskugel eine Kugel χ , die Φ in p berührt.

R. Schumann in Wien legt eine Arbeit vor, betitelt: „Über die Lotabweichung am Hermannskogel, dem Fundamentpunkte der Österreichischen Triangulation.“ 28 S., 1 Tafel. Aus den 27 astronomischen Azimuten einer geschlossenen Polygonkette entlang dem Meridian über Prag wird zunächst genau gleich nach der M. d. kl. Q. berechnet: erstens eine Netzverdrehung, beruhend auf einer azimutalen Lotabweichung am Hermannskogel; zweitens ein System relativer Lotabweichungen in Azimut für die Stationen. Im zweiten Teil werden Lotabweichungskomponenten für den Hermannskogel berechnet, auf verschiedenen Wegen zusammengestellt und erörtert; es besteht keine Notwendigkeit, das zugrunde liegende Besselsche Referenzellipsoid aufzugeben.

Das k. M. Prof. Josef Schaffer überreicht eine vorläufige Mitteilung, betitelt: „Über die Absonderungserscheinungen in den Glandulae bulbo-urethrales (Cowperi) und Gl. vestibulares majores (Bartholini) beim Menschen.“ Verfasser findet, daß diese Drüsen nur eine einzige Zellenart enthalten, die aber dreierlei Drüsenkörnerchen bildet. 1. Schleimbildende Prämuzinkörnerchen; 2. eigentümliche, in Schleimfärbemitteln nicht färbbare, meist spindelförmige Körperchen, die Atraktosomen, welche in eine fadenziehende Substanz sich umwandeln; 3. feine oxyphile Körnerchen, welche an der Oberfläche der Zellen entstehen und eine kolloide Flüssigkeit bilden.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 28. Februar 1917.

Über unsymmetrische Schwingungen einseitig belasteter Gummihäute; von E. Waetzmann und W. Moser. Es wird gezeigt, daß einseitig belastete Gummihäute stark unsymmetrische Schwingungen geben können. Damit sind zum ersten Mal an membranartigen Gebilden unter der Einwirkung reiner Töne unsymmetrische Schwingungen objektiv aufgezeichnet. Die Einzelheiten — Einseitigkeiten, Obertöne und Kombinationsöne — werden an gesonderten Kurven illustriert.

Ein Versagen der klassischen Optik; von M. v. Laue. Die Arbeit weist auf den Zusammenhang zwischen den Beugungserscheinungen an vielen unregelmäßig verstreuten Teilchen und den Einsteinschen Strahlungsschwankungen hin. Beide lassen sich aus der klassischen Wellentheorie nicht erklären.

Zur Resonanztheorie des Hörens II; von E. Budde. Versuch einer mechanischen Deutung der Cortischen Organe mit Rücksicht auf ihre Phasenverschiebung. Der Einwurf von M. Wien fällt fort, aber die Unschärfe der Resonanz im Ohr bleibt begründet; die Schwingungen der Sinneszellen werden in zwei Komponenten zerlegt, deren Zusammenwirken wahrscheinlich den Nervenreiz bedingt. Weiteres Eindringen wird von Fortschritten der anatomischen und mechanischen Kenntnisse abhängig gemacht.

Annalen der Physik; Nr. 22, 1916.

Theorie der Polarmaturen und Feldspulen; von H. du Bois.

Elektrischer Widerstand und Thermokraft des

kristallinen Wismuts; von G. Borelius und A. E. Lindh. Langsam erstarrtes Wismut ist zwischen — 180° und dem Schmelzpunkt untersucht. Die Temperaturfunktion des Widerstandes senkrecht zur Achse verläuft normal. Der Widerstand parallel zur Achse ist größer. Die Differenz der beiden scheint von der Temperatur wenig abzuhängen und geht durch Pressung in der Achsenrichtung stark herunter oder verschwindet. Auch die Thermokraft ist von der Vorbehandlung des Materials sehr abhängig. Sie ist gegen Kupfer parallel zur Achse größer als senkrecht zu derselben, wächst um — 180° der absoluten Temperatur proportional und geht durch den Schmelzpunkt stetig hindurch.

Eine Vergleichung einer Druckwage von Schaffer und Budenberg mit dem offenen Standardmanometer des Physikalischen Instituts in Leiden zwischen 20 und 100 Atmosphären, als Beitrag zur Theorie der Druckwage von S. und B.; von C. A. Crommelin und E. J. Smid. Eine rotierende Druckwage von Schaffer und Budenberg wurde von 20 bis 100 Atm. mit dem offenen Standardmanometer des Leidener Physikalischen Institutes verglichen, um die Genauigkeit der Druckwage zu prüfen. Die Vergleichung ergab 1., daß der funktionierende Querschnitt nicht unabhängig vom Drucke gesetzt werden darf, 2., daß der funktionierende Querschnitt sich bei verschiedenen Messungen nicht immer konstant erwies, 3. daß die Empfindlichkeit der Druckwage weit größer ist als ihre Genauigkeit, 4. daß die Genauigkeit einer, nicht mit einem offenen Manometer verglichenen Druckwage nicht höher als $\frac{1}{100}$ gesetzt werden darf.

Vergleichung der Druckwage des Van't Hoff-

Laboratoriums zu Utrecht mit denen des Van der Waals-Fonds zu Amsterdam; von E. I. Hoogenboom-Smid. Da bei Untersuchungen in Leiden¹⁾ gefunden worden war, daß der funktionelle Durchschnitt einer Druckwage von Schaffer und Budenberg abhängig vom Drucke ist, sind von mir die funktionellen Durchschnitte von drei Druckwagen verglichen. Das Resultat hiervon war, daß das Verhältnis sich fast konstant zeigte; nur wurde bei zwei davon ein geringer systematischer Gang gefunden. Die Untersuchung wird in Amsterdam fortgesetzt werden.

Über Friedrich Kottlers Abhandlung „Über Einsteins Äquivalenzhypothese und die Gravitation“; von A. Einstein.

Verfahren zur Messung der absoluten Potentialdifferenzen, welche beim Kontakt beliebiger Leiter auftreten; von Adolf Böhi. Es wird folgende Versuchsanordnung beschrieben: Die Potentialdifferenz zwischen einer Flüssigkeit und einem Metall wird elektrometrisch mit einem zerlegbaren Kondensator gemessen, dessen einer Teil aus einer Platte des Metalls, und dessen anderer aus der Flüssigkeit besteht. Letztere wird durch eine Membran abgeschlossen, die gleichzeitig als Isolationsschicht des in einem Trockenraum befindlichen Kondensators dient. Durch Anwendung eines variablen Vergleichspotentials gestaltet sich die Methode zu einem empfindlichen Nullpunkts-Kompensationsverfahren. In ähnlicher oder indirekter Weise mißt man E.M.K., die bei der Berührung zweier beliebiger Leiter gleichen oder verschiedenen Aggregatzustandes entsteht.

Über die Kreisgebiete im elektromagnetischen Felde eines Hertzischen und eines Abrahamschen Erregers; von Paul Caspar. Die von Heinrich Hertz experimentell festgestellten Kreisschwingungen in der Nähe eines elektrischen Oszillators sind an keiner Stelle exakt ausgeprägt. Graphische Darstellung und analytische Rechnung beweisen für den Hertzischen Erreger nur die Existenz angenäherter Kreisschwingungen, für den stabförmigen Abrahamschen Erreger dagegen wirkliche Kreisschwingungen innerhalb eines streifenförmigen Gebietes parallel der Erregerachse.

Über physikalische Einheitensysteme; von August Buchholz †.

Annalen der Physik; Nr. 23, 1916.

Über Entflammung und Verbrennung von Sauerstoff-Wasserstoffgemischen; von Hans Cassel.

Über die Elektronenemission des Calciumoxyds in Gasen und im extremen Vakuum; von W. Germershausen. Unter möglichst exakten Versuchsbedingungen wird die Elektronenemission des CaO in Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff untersucht. Es stellt sich heraus, daß die Elektronenemission des CaO in keiner Weise durch die Gegenwart der erwähnten Gase beeinflusst wird. Im Wasserstoff werden unter Benutzung der für dieses Gas bereits vorliegenden Konstanten die Townsendschen Gleichungen experimentell bestätigt. Ferner gelingt es, im extremen Vakuum mit der CaO-Elektrode die Bedingungen der Langmuirschen Raumladungsscharakteristik zu erreichen. Unter diesen extremen Bedingungen wird eine bedeutend stärkere und vollkommen konstante Elektronenemission des CaO beobachtet. Die Konstanten der Richardsonschen Gleichung werden festgestellt und zeigen sich abweichend von den bisherigen Werten mit den atom- und elektronentheoretischen Berechnungen in guter Übereinstimmung. Im Hinblick auf alle diese Resultate muß die rein metallische Elektronenemission des CaO ohne jeden Umsatz von Materie als nachgewiesen betrachtet werden.

Über die mittlere molekulare Weglänge unter Berücksichtigung des Molekularvolumens; von Erich A. Holm. Es wird nachgewiesen, daß jene stoßende

Fläche, durch welche die stoßende Molekel bei ihrer Bewegung zwischen den gestoßenen (als punktförmig betrachteten) Molekeln ersetzt werden kann, bei jedem Stoß einen Sprung in der Bewegungsrichtung macht. Außerdem wird die Clausiussche Ursache zur Berichtigung der Weglänge für das Molekularvolumen berücksichtigt. Die abgeleitete Weglänge ist umgekehrt proportional dem für das Molekularvolumen berichtigten Druck des Gases.

Annalen der Physik; Nr. 24, 1916.

Theorie der Zugarmaturen und Zugspulen. Dritte Mitteilung; von H. du Bois.

Untersuchungen über die spezifische Wärme bei tiefen Temperaturen; von Paul Günther.

Über die Elektronenemission des Calciumoxyds in Gasen und im extremen Vakuum; von Werner Germershausen. (Fortsetzung.)

Die Originalluftpumpe Otto v. Guericke's. II.; von G. Berthold. Verfasser berichtet über das endliche Schicksal der 1676 nach Stockholm gelangten und seit 1734 in Lund verschollenen Originalluftpumpe Otto v. Guericke's. Nachforschungen in Schweden, zu denen Dr. Berthold 1895 angeregt hatte, blieben erfolglos. Herrn v. Klinkowström ist es jetzt gelungen, die Luftpumpe in dem Physikalischen Institut der Universität Lund ausfindig zu machen, so daß nunmehr die Möglichkeit gegeben ist, die Berliner (Münchener) und die Lunder Luftpumpe auf ihre etwaige Übereinstimmung mit Guericke's Abbildungen in den Exper. nov. zu prüfen.

Annalen der Physik; Nr. 1, 1917.

Zählung und Messung der komplexen Moleküle einiger Dämpfe nach der neuen Kondensationstheorie; von L. André.

Über die Lichterregung bei Kanalstrahlen; von L. Vegard. Die Arbeit wendet sich erst gegen einige Ergebnisse des Herrn v. Hirsch. Der Verfasser findet, daß, insofern eine Deutung möglich ist, die Versuche des Herrn v. Hirsch nur eine Bestätigung der von dem Verfasser gefundenen Effekte liefern. Es wird weiter versucht, bei der Einführung eines gewissen „Stoßzahleffekts“ eine Reihe von Erscheinungen, die die Kanalstrahlenerregung begleiten, mit Zuhilfenahme des Bohrschen Atommodells zu erklären. Endlich werden noch — in Übereinstimmung mit früheren Annahmen — die Intensitätsverschiebungen im Glimmlicht als eine Art von Geschwindigkeitseffekt bei der Kathodenstrahlenerregung erklärt.

Ein Detektor mit gelöteten Kontakten; von C. Bergholm. Er besteht aus einem dünnen Platindraht, dessen eines Ende an einem Molybdänkristall und dessen anderes an einem Kupferstab gelötet ist. Der Detektor zeigt eine ausgeprägte Gleichrichterwirkung für Wechselströme jeder Frequenz.

Die Verdampfung von Kristalloberflächen; von Martin Knudsen enthält die Beschreibung einiger Versuche, welche zeigen, daß bei Verdampfung von einer Kristallfläche oder Spaltfläche die Moleküle nach dem Cosinussgesetz ausgesendet werden.

Annalen der Physik; Nr. 2, 1917.

Versuche über den Beginn der Glimmentladung in Luft; von Ernst Reiche.

Grundzüge zu einer Theorie der Elektrizität und der Gravitation; von Ernst Reichenbächer. Ausgehend von der Deutung des elektromagnetischen Sechservektors als Funktion der Drehung des vierdimensionalen Raumzeitelementes werden die Maxwell'schen Gleichungen hergeleitet. Durch diese Drehung erfährt das Raumzeitkontinuum zugleich eine Verzerrung im Einsteinschen Sinne, die als Ursache der Gravitation zu gelten hat. Auf Grund dieser beiden miteinander verknüpften Veränderungen wird der Versuch gemacht, ein physikalisches Weltbild auf rein geometrischer Grundlage aufzubauen und einen An-

¹⁾ Vgl. C. A. Crommelin an Mej. E. J. Smid, Versl. Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam 24, 358, 1915/16.

satz für die Min-Hilbertsche Weltfunktion zu gewinnen.

Nachtrag zu der Arbeit: Grundzüge zu einer Theorie der Elektrizität und der Gravitation; von Ernst Reichenbächer. Der Unterschied gegen die Einsteinsche Gravitationstheorie beruht in der Zurückführung der Verzerrung des Raumzeitkontinuums auf die elektromagnetische Drehung und in der Annahme eines skalaren Gravitationspotentials. Bei Annahme einer einzigen anziehenden Masse werden zwei verschiedene Formen des Linienelementes zugrunde gelegt, die zu verschiedenen Ergebnissen führen, und die Vorteile beider Voraussetzungen gegeneinander abgewogen.

Studium der magnetischen und optischen Erscheinungen kolloidaler Eisenlösungen. Ein Beitrag zur Konstitution ultramikroskopischer Eisenoxydhydratteilchen; von R. Gans und H. Isnardi.

Die adiabatischen Invarianten bedingt periodischer Systeme; von J. M. Burgers.

Über die Zustandsgleichung der festen Körper, zweite Abhandlung; von Max B. Weinstein. Es wird gezeigt, daß die Erfahrungen den Ausdehnungskoeffizienten vielfach anders ergeben, als nach den bisherigen Theorien erwartet wird, daß namentlich das Grenzwertgesetz Debyes für die Atomwärme nicht immer auch für die thermischen Ausdehnungskoeffizienten zutrifft, ja, ihm oft widerspricht. Im Anschluß daran wird die allgemeinere Theorie des Verfassers vollständiger entwickelt und dargetan, daß sie diesen Widerspruch nicht enthält.

Das Nernstsche Theorem und die Wärmeausdehnung der Stoffe; von Max B. Weinstein. Es wird gezeigt, daß man das Nernstsche Theorem auch so fassen kann, daß es nicht zu der Folgerung zu führen braucht, daß der Ausdehnungskoeffizient im absoluten Nullpunkt der Temperatur verschwindet, was nach manchen Beobachtungen auch nicht stattzufinden scheint.

Physikalische Zeitschrift; Heft 1, 1917.

Die Ionisierung der Erdatmosphäre durch den Halleyschen Kometen 1910, ein Beitrag zur Kenntnis des Ursprungs der durchdringenden Strahlung; von Albert Wigand. Die Beobachtungen der durchdringenden Strahlung, luftelektrischer Zerstreuung, Leitfähigkeit und Tonenzahl in der Atmosphäre während der Durchgangszeit des Halleyschen Kometen (18. bis 22. Mai 1910) ergaben an 11 verschiedenen Orten eine erhöhte Ionisierung der Luft, die wahrscheinlich durch den Kometen bewirkt wurde. Diese Ionisierung entstand durch eine Erhöhung der durchdringenden Strahlung, deren Quelle, nach dem zeitlich-örtlichen Ablauf der Störung zu schließen, vermutlich eine materielle aktive Substanz (Staub) in den oberen Luftschichten war. Es wird die Hypothese vertreten, daß auch die normale, von oben kommende durchdringende Strahlung eine solche materielle Quelle in der Stratosphäre hat.

Resonanz in eisenhaltigen Kreisen; von Starke.

Ein einfacher veränderlicher Kondensator; von A. Pflüger. Er besteht aus zwei Spiegelglasplatten, welche die mit Stanniol oder Silber belegten Flächen einander zukehren. An einer Kante sind sie durch ein dünnes Glimmerblatt getrennt, an der gegenüberliegenden Kante befindet sich eine Schraube, die den Keilwinkel zwischen den Platten und damit die Kapazität zu verändern gestattet. Sehr billig und brauchbar für Schülerübungen, kleine Empfangsstationen für drahtlose Telegraphie und bei guter Ausführung auch für Meßzwecke.

Über das innere Atomfeld des Lithiums; von A. Hartmann.

Das periodische System der Elemente in der elementaren Spektralanalyse; von V. Kutter.

Physikalische Zeitschrift; Heft 2, 1917.

Die adiabatischen Invarianten bedingt periodischer Systeme; von J. M. Burgers. Es wird gezeigt, daß die in den Untersuchungen von Sommerfeld, Schwarzschild,

Epstein und Debye gequantelten Größen bei unendlich langsamer Veränderung der Parameter des mechanischen Systems adiabatische Invarianten im Sinne der Definition von Ehrenfest sind.

Untersuchung des aerodynamischen Feldes einer kreisrunden Platte mit einer neuen Sonde; von A. Hagenbach und K. Gegauff. Eine neue Sonde, bestehend aus einer stricknadeldünnen Röhre, die vorn rund verschlossen ist und ein kleines seitliches rundes Loch hat, wird verwendet, um das aerodynamische Feld einer kreisrunden Platte auszuwerten. Bei derjenigen Stellung, in der der Wind direkt in die Öffnung hineinbläst, ergibt der in der Sonde mittels einer Drucklibelle gemessene Druck die Geschwindigkeit des Windes und natürlich auch die Richtung, denn in dieser Stellung ist der Überdruck maximal. Dreht man die Sonde um ihre eigene Achse um 44°, so ergibt sie den statischen Druck, weil dann keine dynamische Wirkung auf die Sonde stattfindet. Man kann somit Windgeschwindigkeit, Windrichtung und statischen Druck an jeder Stelle eines aerodynamischen Feldes finden. Die Sonde selbst stört durch ihre kleinen Abmessungen das vorhandene Feld kaum und übertrifft damit alle bis jetzt verwendeten Sonden bei weitem.

Zur Thermodynamik des Drosselvorganges; von L. Schames.

Erweiterung auf die Bemerkungen des Herrn Léon Schames zu meiner Arbeit: Zur Thermodynamik des Drosselvorganges; von R. Plank.

Biprismen in der Photometrie; von J. Koenigsberger. Biprismen dienen dazu, zwei getrennte Bilder einander zu nähern. Durch Biprismen wird z. B. eine Trennungsfläche zwischen zwei Gesichtsfeldern zum Verschwinden gebracht. Die erste Art von Biprismen, die Doppelplatten, läßt die Winkel zwischen den zwei getrennten Strahlenbündeln unverändert. Hierher gehört die Doppelplatte nach H. v. Helmholtz und eine Abänderung derselben, die an einem für medizinische Zwecke von W. Autenrieth n. d. Verf. konstruierte Kolorimeter angebracht wurde. Die zweite Art, die eigentlichen Biprismen, verändert die Winkel, schiebt entfernte Gegenstände stärker zusammen als nahe; sie dient auch zur Näherung unendlich entfernter Bilder (Prisma im Polarisationsphotometer nach König-Martens). — Eine Kombination von Doppelplatte und Doppelprisma wurde vom Verf. angegeben und ist für manche optische Zwecke nützlich.

Stoßionisation der Gase durch Wärmebewegung; von M. Wolfke. Der Verfasser weist darauf hin, daß seine Hypothese der tangentiellen Stöße, die er seinerzeit zur Erklärung der Restionisation aufgestellt hat, und die neuerdings von Kingdon weiter entwickelt worden ist, zu zwei Schwellenwerten für die Stoßionisation führt: ist der kleinere Schwellenwert der kinetischen Stoßenergie überschritten, so kann die Stoßionisation vorderhand nur vermittelt der tangentiellen (streichenden) Stöße stattfinden — ist aber der zweite größere Schwellenwert (der bis jetzt allein bekannt war) erreicht, so kann jeder Stoß unabhängig von der Stoßrichtung zur Ionisation führen.

Die Gültigkeitsgrenze des Fermatschen Prinzips; Kritik der Theorie der Refraktion und Extinktion von Wellen in inhomogenen Körpern; von K. Uller. Da „innere Reflexion“ als unmöglich vom Verf. bewiesen worden ist, ist die eingebürgerte Refraktionstheorie hinfällig. Trotzdem können die Bahnen nach dem Fermatschen Prinzip berechnet werden, wenn die Wellen umkehrbar sind und mit permanenter Schwingungsform in konservativen Körpern verlaufen. Auch die bisherige Extinktionstheorie muß aufgegeben werden. Der Einfluß der Extinktion durchdringt den ganzen Bau und die Fortpflanzungsrichtung der Welle, setzt das Fermatsche Prinzip außer Geltung und schwächt die Intensität nicht nur exponentiell.

Physikalische Zeitschrift; Heft 3, 1917.

Über die graphische Darstellung mit Kurvenscharen; von H. Schwerdt.

Kinetische Theorie der Reaktionsgeschwindigkeit; von A. March. Es werden die Methoden der kinetischen Gastheorie benutzt, um die Geschwindigkeit einfachster unimolekularer Reaktionen zu bestimmen. Der Berechnung wird die Hypothese zugrunde gelegt, daß die chemischen Anziehungskräfte nur auf gewisse Entfernungen reichen und der Zerfall eines Moleküles immer dann eintritt, wenn die potentielle Energie gewisser Freiheitsgrade einen bestimmten kritischen Wert überschreitet. Es ergibt sich daraus der Begriff der „kritischen Temperatur“, oberhalb welcher die Verbindung bei keinem noch so starken Druck mehr existenzfähig ist und welche für KJ zu 80 000° C bestimmt wird. Zum Schluß wird versucht, die katalytische Wirkung von Ionen als eine Resonanzwirkung zu deuten.

Fragen der Pyro- und Piezoelektrizität der Kristalle III. Über die experimentelle Bestimmung der permanenten zentrisch-symmetrischen Momente; von W. Voigt. Während die Beobachtung polarer piezoelektrischer Erregung keinerlei Rücksicht auf die permanenten elektrischen Momente der Raumelemente gestattet, sind nach früheren Untersuchungen des Verfassers bei zentrischer Erregung derartige Rückschlüsse im allgemeinen möglich. Dies wird in der vorliegenden Arbeit durch Entwicklung der vollständigen Theorie der zentrischen Erregung eines Kreiszylinders durch Biegung und Drillung an einem speziellen Falle im einzelnen erläutert.

Zeitschrift für Instrumentenkunde;
Heft 1, Januar 1917.

Die Hartmannsche Dispersionsformel und die Dispersion des Quarzes; von Hugo Krüß. Während der Verfasser in einer früheren Arbeit festgestellt hatte, daß die Cauchy'sche Dispersionsformel die Dispersion des Quarzes, wie sie nach den bestbestimmten, den Landolt-Börnsteinschen Tabellen entnommenen Werten tatsächlich ist, nicht darzustellen vermag, findet er, daß die Hartmannsche Dispersionsformel sich weit besser der Dispersionskurve anschmiegt, wenn man auch den ganzen Bereich von 0,8 bis 0,2 μ in verschiedene Bezirke mit verschiedenen Konstanten einteilen muß, was aber bei der vom Verf. gerühmten leichten Rechnungsart, welche die Hartmannsche Formel darbietet, nur mit geringer Mühe verbunden ist.

Zum Verhalten des Saitenelektrometers bei idio-statischer und Quadrantenschaltung; von R. Jaeger. Es wird gezeigt, daß das Instrument in derselben Weise benutzt werden kann, wie das Nadelelektrometer, und daß im besonderen die für dieses aufgestellten Gleichungen Anwendung finden. Die Eichung des Saitenelektrometers mit Gleichstrom bei der idiostatischen und Quadrantenschaltung wird eingehend behandelt. Eine nähere Untersuchung des Instruments erschien im Hinblick darauf erwünscht, daß es seiner geringen Kapazität wegen bei hochfrequentem Wechselstrom vorteilhaft angewendet werden kann.

Zeitschrift für Instrumentenkunde;
Heft 2, Februar 1917.

Das Pantographenplanimeter; von A. Klingatsch. Der Grundgedanke, die Abwägung der Rolle gegenüber dem einfachen Planimeter durch Einfügung eines Pantographen zu vergrößern, ist auf Stampfer und Amsler zurückzuführen. Der Verfasser gibt nun für ein Pantographenplanimeter, welches im Jahre 1881 aus der Werkstätte von Ott und Coradi hervorging, neben einer einfachen Begründung auch Probemessungen an, aus welchen hervorgeht, daß für kleine Flächen tatsächlich eine Erhöhung der Genauigkeit in der Flächenbestimmung gegenüber dem einfachen Planimeter — allerdings auf Kosten der Messungsdauer — stattfindet. Das Pantographenplanimeter muß auch als letzteres schon aus dem Grunde verwendbar sein,

um die Inhalte größerer Flächen bestimmen zu können. In der vorliegenden Ausführung kann dem Pantographenplanimeter keine größere Bedeutung zuerkannt werden.

Apparat zur Bestimmung der mittleren räumlichen Lichtstärke elektrischer Glühlampen nach K. Zickler; von Hugo Krüß. Zickler hat nachgewiesen, daß die mittlere untere und die mittlere obere hemisphärische Lichtstärke von Glühlampen durch je eine Messung der mittleren Lichtstärke in den Polhöhen 54 und 126 Grad bestimmt werden kann. Aus der Summe beider ergibt sich die mittlere räumliche Lichtstärke. Der Verf. beschreibt eine einfache Anordnung, mittels welcher diese Messungen auf einer gewöhnlichen Photometerbank vorgenommen werden können.

Meteorologische Zeitschrift;
Heft 12, Dezember 1916.

Über die Gegenstrahlung der Atmosphäre; von Anders Angström. Eine Zusammenfassung der von der Smithsonian Institution publizierten Resultate des Verf. wird zuerst gegeben. Die Schwankungen in der Strahlung der Atmosphäre sind in erster Linie durch Schwankungen ihres Gehalts an Wasserdampf und deren Temperatur verursacht. Es wird gezeigt, daß für konstante Werte der Feuchtigkeit und Temperatur am Erdboden die Schwankungen der Strahlung von derselben Größe sind wie die Schwankungen der totalen Feuchtigkeit, die aus Ballonobservationen erhalten sind. Der Verf. hat für die Strahlung der oberen Atmosphäre viel größere Werte erhalten, als die aus der Theorie von Emden berechneten. Diese Differenz wird diskutiert und durch die starke Strahlung der Kohlensäure und der Reste des Wasserdampfes erklärt. Strahlungsmessungen in Abisko in Lappland bei sehr niedrigen Temperaturen sind mitgeteilt und diskutiert.

Meteorologische Zeitschrift;
Heft 1, Januar 1917.

Die Windhose von Wiener-Neustadt am 10. Juli 1916; von Josef Norbert Dörr. Die Arbeit schildert einige bemerkenswerte Wirkungen der Windhose besonders im Weichbilde von Wiener-Neustadt und zeigt in 2 Karten den Sturmfiad derselben vom Entstehungs-orte bis zur Erlöschungsstelle längs einer Strecke von ungefähr 20 Kilometern, sowie das Zerstörungsgebiet in Wiener-Neustadt selbst. Eine dritte Karte gibt die eigenartige Temperatur-Verteilung über Nieder-Österreich und den angrenzenden Kronländern für 2 Uhr nachmittags des 10. Juli 1916.

Über den Zusammenhang von Windgeschwindigkeit und Verdunstung; von W. Gallenkamp. Zur Aufklärung dieses Verhältnisses, insbesondere auch zur Prüfung der Richtigkeit der Trabertschen Formel:

$$V = C(1 + \alpha t)(E - e)\sqrt{W}$$

wurden auf einer Drehscheibe 4 Verdunstungsflächen in den Abständen 10, 20, 30 und 40 cm von der Drehachse angebracht und bei verschiedener Dreh-, d. h. Windgeschwindigkeit die Größe der Verdunstung durch Wägung bestimmt. Bei Gültigkeit der Trabertschen Formel hätte für alle Geschwindigkeiten das Verhältnis dieser Verdunstungsgrößen stets

$$1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} = \sqrt{4}$$

sein müssen. Es ergab sich aber, daß dieses Verhältnis mit wachsender Windgeschwindigkeit stetig zunahm. Die Trabertsche Formel kann also nicht richtig sein. Versuchsweise wurde aus den beobachteten Größen die entsprechende Kurve konstruiert und eine Formel

$$V = C(1 + \alpha t)(E - e)\sqrt[3]{W} + 0,08\sqrt{W^3}$$
 aufgestellt, welche die Beobachtung zufriedenstellend wiedergibt und in ihrem Bau mit der von Bigelow aufgestellten Formel übereinstimmt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 16.

20. April 1917.

Fünfter Jahrgang

INHALT:

Die Seuchen im gegenwärtigen Kriege. Von *Stabsarzt Dr. Klinger*. S. 249.

Die deutschen Kalisalzlagerstätten und ihre Entstehung. Von *Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau*. (Schluß.) S. 253.

Richard Lachmann †. Von *Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau*. S. 257.

Besprechungen:

Lorey, Wilhelm, Das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts. Von *W. Ahrens, Rostock*. S. 259.

Chemische Mitteilungen:

Ueber die kolorimetrische Bestimmung des Acetylens. Oelgewinnung aus Steinobstkernen. Zur Kenntnis des Innenkegels der Bunsenflamme. Ueber die Geschmacksgrenze für die Beimischung von Salzen zu Trinkwasser. Ueber die Sterilisation des Wassers nach dem Chlorgas-

verfahren. Studien über die Absorption von Sauerstoff in alkalischen Lösungen. Der Farbstoff des Weins. Ammoniumbikarbonat ein vorzügliches Backpulver. S. 262–264.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 1916, Bd. 34, H. 10; 1917, Bd. 35, H. 1. S. 265.

Zeitschrift für Botanik, 1916, Jg. 8, H. 9. S. 266.

Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 1916, Bd. 57, H. 2. S. 266.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, 1916, Bd. 33, Heft 1 u. 2. S. 267.

Archiv für Protistenkunde, 1916, Bd. 37, H. 2. S. 267.

Zoologischer Anzeiger, 1916, Bd. 48, H. 6 u. 7. S. 267.

Geographische Zeitschrift, 1916, H. 11; 1917, H. 1. S. 268.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschienen:

Die Wassermannsche Reaktion

in ihrer serologischen Technik und klinischen Bedeutung auf Grund von Untersuchungen und Erfahrungen in der Chirurgie

Von

Dr. med. Erich Sonntag

Privatdozent und Assistent an der chirurgischen Klinik der Universität Leipzig

Mit einem Geleitwort von Geheimrat Prof. Dr. E. Payr

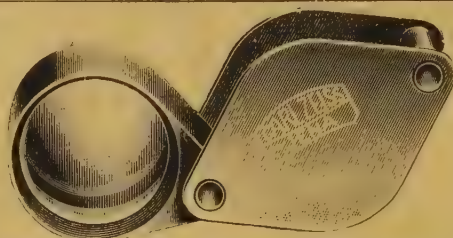
Preis M. 6.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für

Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG

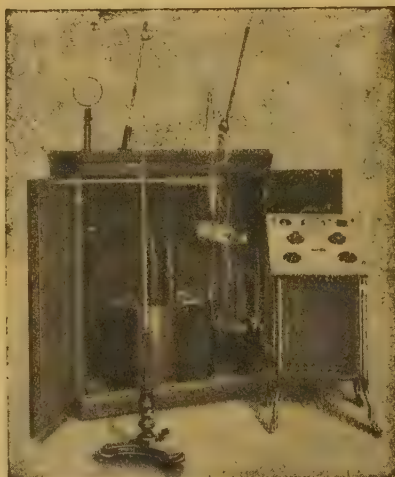


WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

Die Seuchen im gegenwärtigen Kriege.

Nach den Verhandlungen der außerordentlichen Tagung des Deutschen Kongresses für innere Medizin in Warschau am 1. und 2. Mai 1916¹⁾.

Von Stabsarzt Dr. Klinger.

Die Verhandlungen des Deutschen Kongresses für innere Medizin, der am 1. und 2. Mai 1916 unter dem Vorsitz von His (Berlin) in Warschau tagte, und an dem nahezu tausend Ärzte aus allen Ländern des Vierbundes teilnahmen, wurden naturgemäß beherrscht durch die Aussprache über die Kriegsseuchen, von denen Cholera, Unterleibstypus, Ruhr und Fleckfieber in dem gegenwärtigen Kriege eine größere Bedeutung gewannen, während die Pocken dank der allgemein durchgeführten Schutzimpfung keine Rolle mehr spielten.

Abgesehen von der Heilbehandlung des erkrankten Einzelindividuums hat die Seuchenerforschung und -bekämpfung drei große Aufgaben zu erfüllen: sie muß die Quellen des Ansteckungstoffes, d. h. die infizierten, meist kranken Menschen, feststellen, sie muß den Wegen nachgehen, auf denen der Ansteckungstoff zu bisher Gesunden gelangt, und sie muß schließlich die Bedingungen erforschen, unter denen eine Infektion im Körper des Empfängers zur Erkrankung führt. An allen drei Stellen — an der Quelle, auf dem Wege, beim Empfänger — müssen dann auch die Bekämpfungsmaßnahmen einsetzen, die nach den bewährten Erfahrungen der letzten Jahrzehnte in Isolierung der Ansteckungsquellen, Abtötung der Keime an den Infektionsüberträgern und, soweit durchführbar, im Schutz der mutmaßlichen Empfänger durch Impfung bestehen. Je nach Lage der Verhältnisse wird die eine oder andere dieser Maßnahmen sich als erfolgreicher bei der Seuchenbekämpfung erweisen, immer aber wird ihre Durchführung in der Gesamtheit mit allen Mitteln erstrebt werden müssen. Das hat auch die Erfahrung des Krieges gelehrt, die in den Kongreßverhandlungen ihren Niederschlag fand.

Über den „Schutz des Heeres gegen Cholera“ sprach W. Hoffmann. Schon kurz nach Kriegsausbruch wurde an der Zentralstelle des deutschen Heeressanitätsdienstes bekannt, daß die Cholera in den feindlichen Armeen der Ost- und Südfront eine große Verbreitung gewonnen hatte. Ende September 1914 waren z. B. im serbischen Heere bereits 12 000 Fälle aufgetreten, und durch den Russeneinfall in Galizien wurde die Seuche in

dieses Land verschleppt. Im ersten Kriegsjahre kamen infolgedessen in Österreich-Ungarn 22 000 Erkrankungen an Cholera zur Kenntnis, davon aus Galizien allein 9355 mit fast 50 % Mortalität. In den ersten Monaten des zweiten Kriegsjahres betrug die Zahl der Erkrankungen in der österreichisch-ungarischen Monarchie immer noch 26 000 mit 57 % Todesfällen, von denen $\frac{9}{10}$ auf Galizien entfielen.

Unter diesen Umständen mußte der deutsche Heeressanitätsdienst von Anfang an mit dem Ausbruch der Cholera in erster Linie bei den an der Ost- und Südfront kämpfenden Truppen rechnen. Er hat die drohende Gefahr rechtzeitig erkannt und zweckmäßige Vorbeugungsmaßnahmen getroffen. Die im Frieden erprobten und bewährten Mittel — rasche Feststellung des Einzelfalles, möglichst durch bakteriologische Untersuchungen, Isolierung desselben in Lazaretten, Sorge für einwandfreies Trinkwasser und einwandfreie Nahrungsmittel, Durchführung ausge dehnter Desinfektionsmaßnahmen — sie alle kamen zur Verwendung, wo es die Lage einigermaßen gestattete. Aber es war ohne weiteres vor auszusehen, daß diese den geregelten Friedensverhältnissen angepaßten Mittel sich im Stellungs- und noch mehr im Bewegungskriege vielfach als undurchführbar erweisen und daher nicht die genügende Schutzkraft entfalten würden. Von vornherein faßte die Heeressanitätsverwaltung ein weiteres Schutzmittel ins Auge, die prophylaktische Durchimpfung der Truppen. Diese Impfung, die sich hauptsächlich auf den theoretischen Arbeiten von Kolle aufbaut, hatte sich bei der griechischen Armee während des Balkankrieges außerordentlich bewährt. Es erkrankten unter 91 224 zweimal Geimpften 644 = 0,7 % mit 10,2 % Mortalität, unter 14 543 einmal Geimpften 618 = 4,25 % mit 12,2 % Mortalität, und unter 8968 Nichtgeimpften 834 = 9,29 % mit 27,5 % Mortalität.

Der Impfstoff besteht aus einer Aufschwemmung 24-stündiger Agarkulturen in physiologischer Kochsalzlösung. Früher wurde auf 1 ccm Kochsalzlösung etwa $\frac{1}{2}$ Normallöse der Kulturmasse gerechnet, jetzt wird die Dichte der Aufschwemmung nach einer Standardlösung bestimmt. Die Abtötung der Keime erfolgt bei 53—55 °. Höhere Hitzegrade, wie sie früher zur Verwendung kamen (58 °), verstärken die Impfreaktion. Diese ist bei der subkutanen Injektion von $\frac{1}{2}$ und 1 ccm des Impfstoffes in einem Abstände von etwa 8 Tagen außerordentlich gering, so daß keine Bedenken bestehen, auch eine bereits in Tätigkeit befindliche Truppe durchzuimpfen. Der Schutz dauert nach allen bisherigen Er-

¹⁾ Herausgegeben von W. His und W. Weintraud, Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden 1916.

fahrungen etwa $\frac{1}{2}$ Jahr. Nach dieser Zeit ist eine zweimalige Wiederimpfung erforderlich.

Bereits Ende Oktober 1914 waren sämtliche deutschen Truppen an der Ostfront mit Impfstoff versorgt und zum Teil schon geimpft. Jetzt ist die Schutzimpfung in der ganzen großen Armee durchgeführt. Viele Hektoliter von Impfstoff waren dazu erforderlich.

Naturgemäß konnte von diesen Vorbeugungsmaßnahmen kein absoluter Schutz erwartet werden. Tatsächlich zeigten sich auch die ersten Choleraerkrankungen bald beim deutschen Heere. Vom November 1914 bis zum Februar 1915 kam es im Osten zu Kontaktinfektionen. Die Monate März und April waren cholerafrei. Dann traten im Anschluß an die kriegesischen Unternehmungen weitere Erkrankungen während des Sommers und Herbstes auf, die ihren Höhepunkt im August 1915 erreichten. Die größte Erkrankungsziffer hatte dabei eine Armee aufzuweisen, die im Buggebiete vorrückte: sie betrug 0,61 % der durchschnittlichen Kopfstärke. Aber selbst diese Höchstzahl erscheint außerordentlich niedrig, wenn man die Epidemien früherer Kriege zum Vergleich heranzieht und berücksichtigt, daß in dem durchgeimpften griechischen Heere die Morbidität 1,9 % erreichte, also über dreimal so groß war.

Bei dem gesamten deutschen Feldheere erkrankten bis 1. Januar 1916 0,065 % an Cholera. Die Mortalität schwankte zwischen 30 und 35 %. Fast ausschließlich war das Ostheer betroffen. An der ganzen Westfront wurden nur 13 Fälle beobachtet. Trotz ausgiebiger Truppenverschiebungen zwischen beiden Fronten ist es also gelungen, den Westen cholerafrei zu halten. Ebenso gelang es, die Heimat vor einer Einschleppung der Seuche wirksam zu schützen. Bis zum 1. Januar 1916 erkrankten in dem Zwischengliede zwischen Heimat und Front, dem Besatzungsheere, 0,005 % der Kopfstärke, bei der Zivilbevölkerung Deutschlands aber traten bis 1. November 1915 in 30 Ortschaften nur ganze 78 Cholerafälle auf. Auch in den Lagern gefangener Russen hielt sich die Seuche in außerordentlich niedrigen Grenzen. Bis zum 1. November 1915 wurden hier 3166 Erkrankungen gezählt.

Das sind Ziffern und Tatsachen, die die Wirksamkeit der getroffenen Vorbeugungsmaßnahmen ohne weiteres dartun. Vor allem aber beweisen sie, daß die Schutzimpfung gegen die Cholera in diesem bisher größten Kriege der Weltgeschichte ihre Feuerprobe glänzend bestanden hat. Nicht nur die allgemeinen großen Erfolge bei der Bekämpfung der Seuche deuten darauf hin, auch die Feststellung, daß viele Erkrankungen bei Geimpften leicht verliefen, daß von den in der Heimat erkrankten und geimpften Soldaten nur 24 %, von der nicht geimpften Bevölkerung aber 54 % starben, können lediglich in diesem Sinne ausgelegt werden. Und schließlich sprechen für den Wert der Schutzimpfung Beobachtungen bei

räumlich begrenzten Epidemien unter einer Zivilbevölkerung, bei der alle anderen Vorbeugungsmaßnahmen mehr oder weniger undurchführbar blieben. So kamen in dem galizischen Orte Uhnów nach der Besetzung durch deutsche Truppen im Juli 1915 täglich etwa zwanzig frische Cholerafälle vor. Bereits acht Tage nach der Durchführung der Schutzimpfung war ein erhebliches Nachlassen der Erkrankungsziffer zu bemerken, und einen Monat später ist die Seuche völlig erloschen.

Ihre während des Krieges über den *Unterleibstypus* gesammelten Erfahrungen teilten in längeren Abhandlungen mit: *Krehl* (der Abdominaltyphus im Kriege), *Hünemann* (Über Typhus-schutzimpfung) und *Stinzing* (Paratyphus). Trotz aller Bekämpfungsmaßnahmen ist nach *Krehl* der Typhus immer noch die akute Infektionskrankheit Europas. Seine Rolle in den verflossenen Feldzügen war nicht gering, und naturgemäß hat er auch während des gegenwärtigen Krieges den Gesundheitszustand unseres Heeres beeinträchtigt. Nach Mitteilungen in der Tagespresse erkrankten im ersten Kriegsjahre 0,56 % der Mannschaften an Unterleibstypus, also nahezu neunmal so viel wie an Cholera. Unter diesen Umständen ist es verständlich, daß auch gegen den Typhus alle zur Verfügung stehenden Mittel der Seuchenbekämpfung, in erster Linie wieder die Schutzimpfung, eingesetzt wurden.

Während es nun bei der Cholera trotz der Impfung auch ohne die an der Front nicht immer durchführbaren bakteriologischen Untersuchungen verhältnismäßig leicht gelang, die Diagnose zu stellen und damit die Infektionsquellen festzulegen, stieß man beim Typhus nach der Schutzimpfung in dieser Hinsicht auf größere Schwierigkeiten, denn die bekannten klinischen Erscheinungen wurden vielfach vermißt oder ihr Wert war zweifelhaft geworden. Neben bloßen Infekten ohne irgendwelche erkennbaren Krankheitszeichen kamen verhältnismäßig zahlreiche leichte Erkrankungen vor, die *Goldscheider* unter dem Namen des „mitigierten Typhoids“ zusammenfaßt, oder der Verlauf der Infektion fand unter ganz fremdartigen Erscheinungen statt, die klinisch eine Lungenentzündung, Bronchitis, akute Enteritis, Ruhr, Appendizitis, Ischias diagnostizieren ließen. Kurz: „der Krieg führte, wie *Krehl* sich ausdrückt, eine solche unendliche Fülle von Zustands- und Verlaufsbildern aus einer Gruppe der Infekte vor, wie sie gewiß keiner von uns je sah.“ Dazu kommt, daß einzelne klassische Symptome mit fortschreitender Erfahrung ihren Wert für die Diagnose erheblich einbüßten. In erster Linie gehört hierher die vergrößerte, fühlbare Milz. Man mußte feststellen, daß Milzvergrößerung auch als Folge der Impfung auftreten und monatelang nachweisbar bleiben kann. *Hünemann* fand etwa $\frac{1}{4}$ Jahr nach der Impfung noch bei 3 % der Geimpften eine Milzschwellung. Es zeigte sich ferner, daß die Milz viel häufiger und bei viel mehr Krankheitszuständen fühlbar wurde,

als die Erfahrungen aus Friedenszeiten erwarten ließen. Das Organ ist gewissermaßen empfindlicher geworden. Als Beispiel führt *Krehl* die fibrinöse Pneumonie an, bei deren Trägern die Milz fast immer fühlbar wurde, während das früher eine große Ausnahme war.

Die Unsicherheit, die sich durch derartige Beobachtungen in die Diagnose des Unterleibstypus einschlich, konnte durch die Hilfsmittel der Bakteriologie nur zum Teil beseitigt werden, denn durch die Schutzimpfung war auch ihr das diagnostische Hauptrüstzeug, das sich im Frieden außerordentlich bewährt hatte, die Widalsche Reaktion, entwertet worden. Die Geimpften wiesen monatelang eine positive Agglutination in Serumverdünnungen von $\frac{1}{100}$ und höher auf, ohne am Typhus erkrankt zu sein, und außerdem stellte es sich bald heraus, daß ein niedriger Serumtiter durch andersartige Infektionen, z. B. Ruhr oder Diphtherie, ganz erheblich in die Höhe getrieben werden kann. *Hünemann* erklärt daher die Widalsche Reaktion bei Geimpften für diagnostisch wertlos. — Es bleibt somit nur der Bazillennachweis im Blut, Stuhl und Harn. Die Blutuntersuchung ist nach Ansicht einer Reihe von Bakteriologen durch die Impfung weniger ergebnisreich geworden, jedenfalls bietet sie aber nur Aussicht auf Erfolg, wenn höheres Fieber vorhanden ist. Aber gerade das fehlte bei den klinisch zweifelhaften Fällen oder war bereits wieder verschwunden, wenn die Möglichkeit einer Blutaussaat gegeben wurde. Stuhl- und Urinuntersuchungen versagten aber — wie im Frieden — auch bei sicheren Erkrankungen recht häufig.

Es muß also mit einer gewissen Unsicherheit in der klinischen und bakteriologischen Erkennung des Abdominaltyphus unter den Verhältnissen des gegenwärtigen Krieges gerechnet werden, und man muß sich damit abfinden, daß aus diesem Grunde manche Quelle des Ansteckungstoffes unverstopft bleibt. Der Nachteil, der hierdurch für die Bekämpfung der Seuche entsteht, wird in gewisser Hinsicht durch die Tatsache ausgeglichen, daß viele Ärzte in der Stellung der klinischen Typhusdiagnose weitherziger geworden sind, als sie es früher waren, was bei der Beurteilung des Erfolges der Vorbeugungsmaßregeln wohl berücksichtigt werden muß.

Als Vorbeugungsmaßregel gelangte unter anderem, wie schon erwähnt, auch beim Abdominaltyphus die Schutzimpfung zur Verwendung. Die Herstellung des Impfstoffes erfolgte nach der gleichen Methode wie bei der Cholera. Es wurden bei der ersten Impfung $\frac{1}{2}$, 1 und 1 ccm in Abständen von 8 Tagen subkutan verabreicht, bei der zweiten zweimal je 1 ccm eingespritzt. Die Impfreaktion war im Durchschnitt sehr gering. Das Blutbild der Geimpften glich in den ersten Wochen nach der Impfung dem des Typhus, und bei einem gewissen Prozentsatz trat, wie bereits angeführt, Milzschwellung ein, ohne daß die

Kriegsverwendungsfähigkeit auch dieser Leute nur einen Tag unterbrochen worden wäre. Anfang 1915 war die Erstimpfung, sechs Monate später die zweite Impfung im ganzen deutschen Heere durchgeführt.

Der Erfolg dieser Maßnahmen war ähnlich wie der bei der Cholera. Zwar zeigte auch 1870 die Morbiditätskurve des Typhus nach einem Höhepunkte im Oktober ohne Schutzimpfung denselben steilen Abfall, wie er im Dezember 1914 beobachtet wurde, aber der Abfall im Dezember 1914 wies eine auch gegen Friedenszeiten auffällige zeitliche Verschiebung auf, die der Durchführung der Schutzimpfung entsprach, und vor allem, in den Herbstmonaten des Jahres 1915 blieb ein erneuter starker Anstieg der Erkrankungsziffern aus. So günstige Verhältnisse bezüglich des Typhus gerade in dieser Zeit können bei einem Millionenheere nicht auf Zufälligkeiten beruhen, sondern drängen unbedingt zu der Annahme, daß hier der Impfung und Wiederimpfung der Haupterfolg zuzuschreiben ist. Nach der Tagespresse sank der Zugang an Typhuskranken im zweiten Kriegsjahre auf 0,14 % der Kopfstärke, war also viermal so gering wie im ersten Kriegsjahre.

Auch der Rückgang der Mortalität spricht für den Wert der Schutzimpfung: in der deutschen Armee starben nach einer Statistik, die sich auf viele Tausende von Fällen erstreckt, von den Nichtgeimpften 9,6 %, von den wiederholt Geimpften 2,6 %. In den Kriegsgefangenenlagern betrugen die entsprechenden Ziffern 15,1 % bzw. 4,7 %. Bei der österreichischen Armee starben vor der Durchführung der Impfung 13 bis 16 %, nachher 5 bis 6 %. Die absolute Zahl der Todesfälle an Typhus war beim deutschen Heere während des letzten Vierteljahres 1914 8,5-mal größer als in der gleichen Zeit des Jahres 1915.

Schließlich beweisen Einzelbeobachtungen genau wie bei der Cholera die Wirksamkeit der Typhusschutzimpfung. So brach nach dem Berichte *Jacobs* im Oktober 1915 unter der Zivilbevölkerung der Stadt L. eine Typhusepidemie aus, die in fünf Monaten zu mehr als tausend ganz überwiegend schweren Erkrankungen führte, mit einer Mortalität von über 16 %. Diese Epidemie war durch Infektion der Wasserleitung entstanden; in der Nähe der Schöpfstelle befanden sich Latrinen und verseuchte Schützengräben. Dieselben Bazillen nun, die bei der nicht geimpften Zivilbevölkerung eine so ausgedehnte und schwere Epidemie hervorriefen, führten in der gleichen Zeit und gleichen Gegend bei den durchgeimpften Truppen nur zu überwiegend leichten Erkrankungen mit weniger als 1 % Mortalität.

Geimpft wurde bisher mit einem Impfstoff, der aus Stämmen des Eberth-Gaffkyschen Typhusbazillus hergestellt war. Es konnte also auch nur ein Impfschutz gegen die Infektion mit diesem Krankheitskeime erwartet werden. Die Ätiologie des Abdominaltyphus ist aber nicht einheitlich. Bereits jahrelang vor dem Kriege war bekannt,

daß die gleichen klinischen Erscheinungen, wenn auch erheblich seltener, durch zwei andere Bakterienarten, den Paratyphus-A- und -B-Bazillus, hervorgerufen wurden. Sie fanden sich in der ersten Zeit des Krieges nicht gerade häufig, im Herbst 1916 scheinen sie aber ganz erheblich an Verbreitung gewonnen zu haben. *Stinzing* und andere Forscher schlagen auch gegen diese Bakterien eine Schutzimpfung vor, die im französischen Heere bereits durchgeführt ist, und von der für das deutsche Heer eine weitere Verminderung der unter dem Bilde des Abdominaltyphus verlaufenden Erkrankungen wohl mit Sicherheit zu erwarten wäre.

Ebensowenig wie der Unterleibstyphus haben die klinisch als *Ruhr* auftretenden Erkrankungen eine einheitliche Ursache. Diese Friedenserfahrung wurde auch durch die Beobachtungen während des Krieges, über die *Matthes* und *Kruse* ausführlicher berichteten, erneut bestätigt. Gar keine Rolle spielten die Amöben als Ruhrerreger. Weit verbreitet trat dagegen die bazilläre Dysenterie auf, und zwar wurden sowohl die echten Ruhrbazillen (*Shiga-Kruse*), wie auch die Pseudodysenteriebazillen nachgewiesen. Die letzteren, von *Kruse* entdeckt, von *Lentz* in einem Typus Flexner, γ und Strong nach kulturellen Eigenschaften gesondert, wurden am häufigsten gefunden. Aber bei manchen Epidemien war alles Suchen nach einem bekannten Ruhrerreger vergeblich. So vermochten z. B. *Kolle* und *Dorendorf* während des Sommers 1915 bei 2000 Untersuchungen frischer Ruhrstühle in Galizien nur neunmal Ruhrbazillen nachzuweisen. Sie stehen daher auf dem Standpunkt, daß die Ätiologie dieser galizischen Ruhrepidemie als ungeklärt betrachtet werden muß. *Kruse* fand als Hauptursache für die mangelhaften bakteriologischen Ergebnisse, die allgemein bei der Untersuchung von Ruhrstühlen festzustellen waren, den Umstand, daß zwischen der Entleerung und Verarbeitung des Kotes aus äußeren Gründen oft lange Zeit verstreicht und dadurch die tatsächlich vorhandenen Ruhrbazillen zugrunde gehen. Von diesem Gesichtspunkte fordert *Matthes* sogar den unmittelbaren Plattenausstrich des frischen Ruhrstuhles am Krankenbett, um die ätiologische Klärung des Einzelfalles zu fördern. Beide Forscher stehen trotz der vielen negativen Befunde auf dem Standpunkte, daß für die Mehrzahl der Erkrankungen, die klinisch als Ruhr verlaufen, nur der Ruhr- oder Pseudoruhrbazillus als Erreger in Betracht kommt.

Die Ruhr, eine der schlimmsten Seuchen in früheren Feldzügen (1870/71 traten 38 000 Erkrankungen mit 6 % Mortalität auf), zeigt nach *Kruse* während des gegenwärtigen Krieges einen wesentlich milderen Charakter. Im Osten war das Krankheitsbild schwerer wie im Westen. Die Sterblichkeit berechnet *Kruse* auf höchstens Bruchteile eines Prozents, während *Matthes* 4,5 bis 4,9 % angibt. Schon aus diesen großen

Unterschieden erhellen die Schwierigkeiten, die zurzeit noch einer zuverlässigen Statistik über die Verbreitung der Ruhr im gegenwärtigen Kriege entgegenstehen. Sie sind zum Teil bedingt durch die schon erwähnte mangelhafte Klärungsmöglichkeit in ätiologischer Hinsicht, zum Teil durch die verschiedene Ansicht der Ärzte über die klinische Diagnose der Ruhr. Die einen betrachten jeden infektiösen Darmkatarrh als Ruhr, die anderen legen einen strengeren Maßstab an. Mit diesen Tatsachen muß gerade bei der Ruhrstatistik mehr als bei anderen Kriegsepidemien gerechnet werden. Sie sind wohl auch der Grund, daß die Vortragenden auf genauere Zahlenangaben über die Verbreitung der Ruhr im deutschen und verbündeten Heere verzichteten. Aus ihren Ausführungen ist nur so viel zu entnehmen, daß die Krankheit im Jahre 1915 im Frühjahr und Sommer vermehrt auftrat, eine irgendwie Besorgnis erregende Ausdehnung aber bisher nicht zeigte. Erreicht wurde diese Einschränkung lediglich durch die Maßnahmen allgemein-hygienischer Natur. Die im Kampfe gegen die Cholera und den Typhus bewährte Schutzimpfung fand bei der Ruhr bisher keine Anwendung. *Kruse* lehnt die Durchführbarkeit einer wirksamen Schutzimpfung gegen die Infektion mit echten Ruhrbazillen überhaupt ab, gegen Pseudoruhr hält er eine Impfung für nicht ganz aussichtslos. Wesentlich hoffnungsvoller äußert sich auf Grund von Versuchen in kleinerem Umfange *Luksch*, der einen polyvalenten Impfstoff in saurerer Emulsion nach *Palttauf* empfiehlt.

Ruhr, Abdominaltyphus und Cholera sind Infektionskrankheiten, deren Erreger und deren Verbreitungsweise bereits vor dem Kriege genau erforscht waren, wenn auch zugegeben werden muß, daß bei den beiden erstgenannten Seuchen in dieser Hinsicht manches noch der Klärung bedurfte und bedarf. Beim Fleckfieber (Hunger- oder Kriegstyphus, Febris exanthematica), über das *Brauer* und *Jürgens* sprachen, während *Hase* im Zusammenhang damit die Biologie der Kleiderlaus erörterte, liegen die Verhältnisse anders. Der Erreger ist trotz aller Bemühungen auch heute noch nicht mit Sicherheit festgestellt. Besser war man bereits vor dem Kriege über die Verbreitungsweise unterrichtet. Durch experimentelle Arbeiten und epidemiologische Beobachtungen war es wahrscheinlich geworden, daß der Fleckfieberkeim von der Kleiderlaus auf den Menschen übertragen wurde. Die während des Krieges gesammelten Erfahrungen haben diese Wahrscheinlichkeit zur Gewißheit erhoben. Die Laus infiziert sich am Fleckfieberkranken und überträgt den Parasiten durch den Stich, aber nicht unmittelbar, vielmehr muß der Parasit in der Laus erst ein gewisses Entwicklungsstadium erreicht haben, denn die Laus wird erst einige Tage nach dem Blutsaugen infektiös und verliert ihre Ansteckungsfähigkeit bereits in wenigen Tagen wieder. Läusefreie Fleckfieberkranke haben so und

so oft mit Gesunden zusammengelegen, ohne daß eine Übertragung vorkam, während ein verlauster Kranker seine Umgebung fast mit Sicherheit infizierte, und Fleckfieberläuse die Erkrankung dorthin verschleppten, wo nie ein Fleckfieberkranker war. Die örtlichen Schwankungen der Seuche fallen also streng zusammen mit der Verbreitung der infizierten Läuse und ebenso die zeitlichen: die Läuseplage steigert sich erfahrungsgemäß während der kalten Jahreszeit. Dementsprechend wurden die Hauptepidemien von Fleckfieber im Winter und Vorfrühling beobachtet. In den Gefangenenlagern, die in erster Linie befallen wurden, zeigte die Seuche bald stärkere, bald geringere Ausdehnung, je nachdem es gelang, die Läuse langsamer oder schneller zu beseitigen. Mochte ein neuer Gefangenentransport nur vereinzelte Fleckfieberkranke mitbringen oder stark durchseucht sein, immer versiegten die Infektionen zwei Wochen nach der Entlausung.

Nach solchen Erfahrungen mußte der an und für sich angezeigte Kampf gegen die Läuse das wirksamste Mittel zur Verhütung des Fleckfiebers sein. Er wurde daher mit aller Energie bei den deutschen und verbündeten Heeren durchgeführt. Ihm dienten auch in erster Linie die vom Feldsanitätschef in seiner Begrüßungsansprache erwähnten 18 Sanierungsanstalten an der Ost- und Südgrenze, die täglich 100 000 Mann mit ihren sämtlichen Sachen reinigen und desinfizieren können.

Die gleichzeitige Vernichtung der Läuse und ihrer Nissen läßt sich am sichersten durch strömenden Wasserdampf und trockene Hitze von mindestens 55—60° bei einer halbstündlichen Einwirkung erzielen. Chemische Desinfektionsmittel hingegen versagen, abgesehen von 3—5proz. Karsolseifenlösung, fast vollständig.

Neben der Läusebekämpfung wurde natürlich als Sicherheitskoeffizient auch die Isolierung der Kranken streng gehandhabt, wesentlich erleichtert durch die Tatsache, daß das Fleckfieber klinisch ein scharf umschriebenes Krankheitsbild darbietet, das sich trotz leichter und leichtester Fälle nicht bis zur Unkenntlichkeit von der klassischen Form entfernt. Vor allem fehlen die latenten Infektionen, die gerade für die Bekämpfung des Abdominaltyphus und wohl auch der Ruhr eine nicht zu unterschätzende Bedeutung haben. Während nun bei diesen Krankheiten die Bakteriologie in erster Linie berufen ist, in dunklen Fällen eine Klärung herbeizuführen¹⁾, hat sich für das Fleckfieber die pathologische Anatomie eine ähnliche Rolle erobert, und zwar erst während des Krieges. 1915 wies *E. Fränkel* nach, daß sich in den Hautreseolen der Fleckfieberkranken ganz bestimmte, scharf charakterisierte Veränderungen

vorfinden: knötchenartige, vom Endothel der kleinen Blutgefäße ausgehende Wucherungen. Weitere Untersuchungen bestätigten diese Befunde und taten gleichzeitig dar, daß die perivaskulären Infiltrationen auch in allen inneren Organen festzustellen sind, vor allem im Herzen und im Zentralnervensystem. *Brauer* faßt daher die klinischen Symptome des Fleckfiebers nicht als die Folge einer Toxinwirkung auf, sondern erklärt sie als Ausfluß organisch-histologischer Veränderungen.

Die Erfolge blieben auch der Fleckfieberbekämpfung nicht versagt. Zahlen werden zwar von den Vortragenden nicht angegeben, aber aus allem ist ersichtlich, daß die Seuche nicht im entferntesten die Ausdehnung zu gewinnen vermochte, die sie in früheren Kriegen zum Schrecken aller Heere machte. Die Heimat blieb fleckfieberfrei. — Die Sterblichkeit wird auf 6—10 % berechnet. Sie ist abhängig, wie bei allen Krankheiten, von dem Zustande der befallenen Menschen. Kriegsstrapazen, Hunger, Entbehrungen, Mischinfektionen steigern sie. Bei den serbischen Kriegsgefangenen betrug sie 25 %. Durch gleichzeitige Diphtherieinfektion stieg sie auf 40 %. Viele Ärzte sind der Seuche zum Opfer gefallen.

Überblicken wir zum Schluß die reiche Fülle von Erfahrungen, die nach den Kongreßverhandlungen über die Seuchen des gegenwärtigen Krieges gesammelt wurden, so ist die folgende Tatsache als das Wesentlichste hervorzuheben: Umfangreiche Maßnahmen allgemein-hygienischer Natur, Schutzimpfung sämtlicher Heeresangehörigen gegen Cholera und Typhus und energisch durchgeführter Kampf gegen die Kleiderläuse haben bewirkt, daß die Seuchen während des gegenwärtigen Krieges in enge Grenzen eingedämmt wurden und die Schlagfertigkeit unserer Heere nicht zu beeinträchtigen vermochten. An diesem fast über Erwarten günstigen Ergebnis hat mehr oder weniger der gesamte Sanitätsdienst des deutschen Heeres teil, über dessen ausgedehnte Organisation der Feldsanitätschef, *Exzellenz v. Schjerning*, in seiner Begrüßungsrede einen kurzen, eindrucksvollen Überblick gab, während der Generalgouverneur von Warschau, *Exzellenz v. Beseler*, „in tiefer Dankbarkeit der ungemessenen Dienste“ gedachte, die die Angehörigen des ärztlichen Berufes in diesem Kriege den kämpfenden Truppen geleistet haben.

Die deutschen Kalisalzlagerstätten und ihre Entstehung.

Von Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau,
z. Z. Kriegsgeologe.

(Schluß.)

Der Salzspiegel.

Das Aufsteigen der Salz-Ekzeme geht in dem nur z. T. durchfeuchteten Gebirgsinnern so weit

¹⁾ Nach neueren Erfahrungen wird die Agglutination eines *Proteus*stammes (X 19), der von *Weil-Felix* bei Fleckfieberkranken gefunden wurde, durch Krankenserum in der Verdünnung $\frac{1}{100}$ als beweisend für Fleckfieber angesehen.

vor sich, bis das Salz in den Bereich des überall vorhandenen Grundwassers gelangt. Die vollständige Lösung und Fortführung durch das Grundwasser bewirkt die Entstehung einer jeweils in bestimmter Tiefe liegenden geradlinig abgeschnittenen Grenzfläche, des Salzspiegels. Der Salzspiegel liegt meist etwa 20–30 m tief unter Tage 1).

Vor allem ist der Nachweis wichtig, daß bedeutende Verschiebungen innerhalb der Erdrinde lediglich durch lokale chemisch-physikalische Einwirkung, nicht aber durch den allgemein wirkenden Gebirgsdruck entstehen; hierfür sind besonders die Beobachtungen zahlreicher Ekzeme in den gänzlich ungestörten, den mexikanischen Golf umgebenden jüngeren Schichten von Louisiana von überzeugender Kraft.

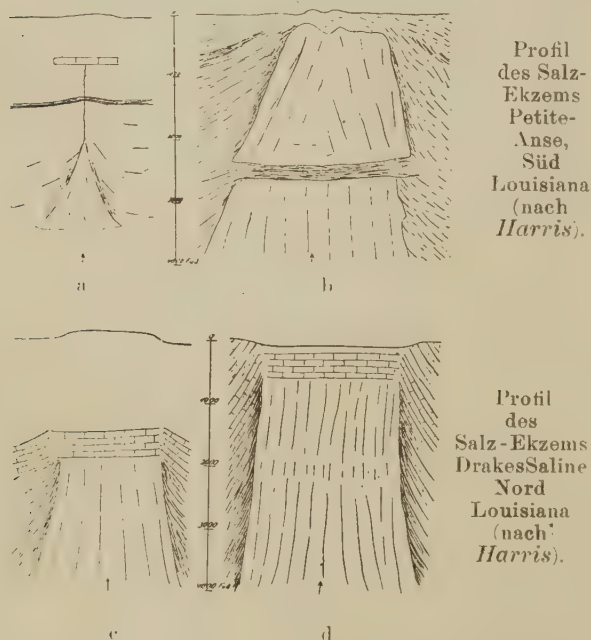


Fig. 6. a—d stellen 4 sich auseinander ergebende Phasen der Entstehung eines Salz-Ekzems dar. a ist als vorangegangene Entstehungsphase zu b, c als Vorstadium von d zu denken.

Die beigelegten Bilder von Ekzemen aus Siebenbürgen, Nordamerika und Norddeutschland geben eine Anschauung von der Erscheinungsform dieser sonderbaren geologischen Phänomene.

Der Aufschluß im Allertal²⁾ ist als ein ausschlaggebender Beweis dafür zu betrachten, daß hier, bei einem der wenigen völlig aufgeschlossenen Vorkommen Deutschlands, die direkte Einwirkung tektonischer Druckkräfte auf die Deformation der Salzlager keine Rolle spielt. Die allgemeine Verbreitung, welche die Salz-Ekzeme (oder Akromorphen) außer in Norddeutschland in den Alpen,

¹⁾ Vergl. R. Lachmann, Zeitschr. f. prakt. Geologie 21 (1913), S. 28.

²⁾ W. Kirschmann, Die Lagerungsverhältnisse des oberen Allertales zwischen Morsleben und Walbeck, Zeitschr. f. prakt. Geol. 21 (1913), S. 1—27.

Siebenbürgen, Rumänien, Südfrankreich, Catalonien, im Atlas, in Texas und Louisiana und vielleicht auch in Sibirien besitzen, zeigt, daß es sich um eine bei allen mächtigen Salzlagerstätten allgemein verbreitete Erscheinung handelt.

Voraussetzung ist allerdings, daß die betreffenden Salzlagerstätten

1. mächtig sind und

2. von einer undurchlässigen Lage wasserdicht nach unten abgeschlossen werden. Die in das Salz eindringenden Gewässer besitzen dann keinerlei Austritt nach unten und sind daher beim Auftreten irgendwie gearteter Druckunterschiede zum Aufstieg gezwungen. Ist erst einmal ein geringer Druckunterschied vorhanden, so strebt das leichte Salz von allen Seiten dem höchsten Punkte zu.

Maßgebend für die Begründung der Lach-

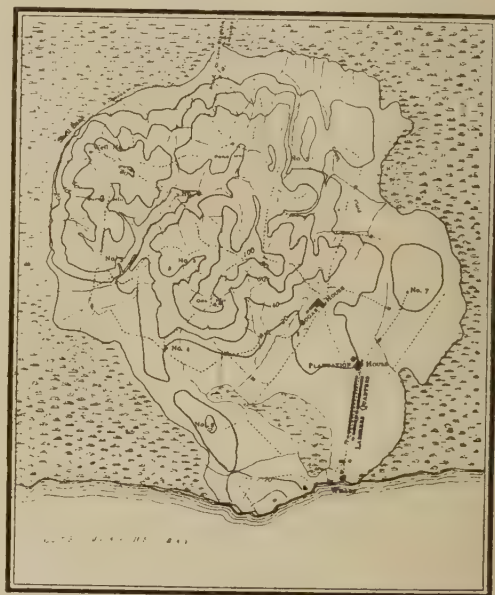


Fig. 7. Salz-Ekzem am mexikanischen Meerbusen im Staate Louisiana. (An der Cote Blanche-Baye.) Die Isohypsen in Fuß zeigen die Erhebung über die vollkommen flache Ebene.

mann-Arrheniusschen Anschauungen sind die Einzeluntersuchungen, welche besonders im Allertal¹⁾ und im Nordhannoverschen Flachland die Richtigkeit der Theorie nachweisen:

Das Allertal bildet den Übergang des deutschen Mittelgebirges zur Ebene; die nordwestdeutschen Gesteine des Zechsteins, der Trias- und Juraformation werden schon in ausgedehntem Maße von Quartär bedeckt. Unter dem oberen Allertal liegt 200–400 m unter der Talfläche ein gestreckter prismatischer Zechsteinsalzblock von annähernd 35 Kubikkilometer Inhalt; darunter lagert ungestört der mittlere Zechstein.

¹⁾ Waldemar May, Zur Stellung des Salzkörpers von Einigkeit bei Fallersleben im Schichtenverbande des Deck- und Nebengebirges (Neues Jahrbuch Beil. Bd. 40 [1915], S. 51–76; 8 Textfig. 1 Profil).

Wichtig ist nun zunächst der von W. May erbrachte Nachweis, daß die durch Tiefbohrlöcher zwischen Fallersleben und Ehme ermittelte Lagerung genau denselben regelmäßigen Charakter trägt, wie im eigentlichen Bergland, wo die Aufschlüsse über Tage überall das Fehlen einer allgemeinen Faltung verbürgen.

Für die Frage der lokalen, mit Salzauflösung und erneuter Kristallisation zusammenhängenden Störungen ist die Altersbestimmung der Dislokationen wichtig. Man nimmt vielfach an, daß erst von der oberen Jurazeit an die angebliche „Faltung“ einsetzte.

Außerordentlich bedeutungsvoll ist nun der Nachweis, daß in der Grube „Einigkeit“ die Bewegung des Salzkörpers schon während der mittleren Keuperzeit zum Abschluß gekommen ist. Die wichtigste Beobachtung des Verfassers führt zu dem Schluß, daß in dem Schacht der Grube „Einigkeit“ das Steinsalz die stärksten gekröseähnlichen (nicht auf Faltung zurückführbaren) Lageveränderungen aufweist und in diesem Zustand nun in den ungestört lagernden Gipskeuper eingedrungen ist.

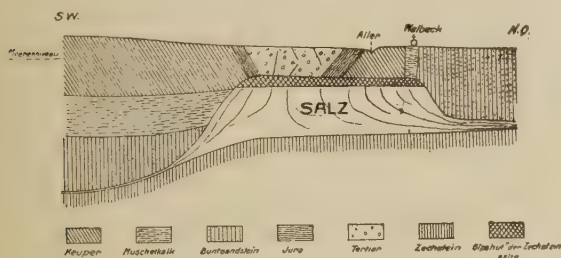


Fig. 8. Reihen-Ekzem im oberen Allertal.
(Nach Kirschmann.)

Hieraus ergibt sich also, daß dieses ekzematische Aufquellen schon während der Keuperzeit stattfand und auch im wesentlichen in dieser Periode abgeschlossen wurde. Die Annahme, daß im Tertiär eine teilweise Wiederbelebung erfolgte, aber auch bereits zur Ruhe gekommen ist, ist ebenfalls einleuchtend.

Für den Praktiker ist der Nachweis, daß die Bewegungen des Salzgebirges in einem wichtigen Kaligebiet seit der oberen Triaszeit fast vollkommen zur Ruhe gekommen sind, von großer Bedeutung. Gegenwart und Zukunft des Bergbaus hängt von dieser Frage ab. Wäre die von anderer Seite ohne hinlängliche Begründung aufgestellte Hypothese zutreffend, daß nämlich das Salzgebirge demnächst „einen Ruck nach oben machen und inmitten des oberen Jura erscheinen würde“ (Stille), so stände es schlimm um die Zukunft der Kaliwerke jenes Gebietes. Denn ein solcher „Ruck“ würde zweifellos zahlreiche neue Einzugswege für die Tagewässer öffnen und damit den Bergbau zu einem höchst gefährlichen, wenn nicht aussichtslosen Unternehmen machen.

Anders liegt die Sache, wenn seit den 30 Millionen Jahren, die seit der oberen Trias verflossen sind, die Salzbewegungen zum Abschluß

gelangten. May hat die stratigraphischen Beobachtungen hierfür sorgsam und lückenlos gesammelt und somit auch die praktische Frage einwandfrei und in günstigem Sinne für die Zukunft des Bergbaus beantwortet.

Noch weiter nördlich im eigentlichen Nordhannoverschen Flachlande liegen die Kalischächte der Linie des Steinhuder Meeres.

Mit dem Namen „Steinhuder - Meer - Linie“¹⁾ bezeichnet man eine ca. 35 km lange und 2—4 km breite Hebungszone, die sich im Westen der Stadt Hannover in südost-nordwestlicher Richtung von Glöxe am Stemmerberg bis Husum, südlich Nienburg a. W. jenseits des Steinhuder Meeres erstreckt.

Besonderes Interesse nimmt diese Linie dadurch in Anspruch, daß in ihrem Verlauf neben Trias, Jura und der kohleführenden Wealdenformation auch die Kalisalze des Zechsteins in abbauwürdige Teufen emporgepreßt wurden. Auf diese Kalisalze bauen heute die Bergwerke „Sigmundshall“ (Bokeloh bei Wunstorf) und „Weser“ (Altenhagen am Steinhuder Meer).

Der im Kern der Linie steckende Salzpfiler verbreitert sich in nordwestlicher Richtung bis auf 2 km. Im Felde Sigmundshall tritt infolge einer einseitigen Querstörung eine Verschmälerung von 1150 auf 650 m ein.

Während Stille in einer früheren Arbeit die dunklen Tone, die auf den Buntsandstein der Hebungslinie übergreifen, der Unteren Kreide zugerechnet und deshalb auf ein hauptsächlich präcretacisches Alter der Störung geschlossen hatte, legt Albrecht auf Grund eines neuen Fossilfundes diese Tone als wahrscheinlich mitteloligocän fest und reduziert demnach das Störungsalter ganz erheblich.

Die Entstehung der Steinhuder - Meer - Linie muß auf vertikalwirkende Kräfte zurückgeführt werden. Steilstellung der Schichten ist nur da zu beobachten, wo ein direkter Zusammenhang mit dem Salz nachgewiesen ist.

Als tektonische Veranlassung der Steinhuder - Meer - Linie hat Lachmann einen Sattel ähnlich dem Deister vermutet. Diese Schollenbewegung fällt, nach der flachen Lagerung des Tertiärs (Oligocän) über gestörter Kreide zu urteilen, in die Zeit zwischen Ablagerung der Kreide und des Oligocäns.

Infolge der hierdurch hervorgerufenen Lage der Salzmassen besitzen diese, nach Abtragung des aufragenden Schollenteiles, als spezifisch leichter Körper inmitten spezifisch schwererer Gebirgsschichten einen gewissen Auftrieb. Dieser kommt dadurch zustande, daß die randlichen Schollen einen größeren Druck auf die darunter liegenden plastischen Salzmassen ausüben als die Gebirgsschichten innerhalb des Horstes. Es han-

¹⁾ Theodor Albrecht, Die „Steinhuder-Meer-Linie“ und ihre Umgebung. Ein Beitrag zur Kenntnis der Salzlagerstätten des Nordhannoverschen Flachlandes. Dissertation. Technische Hochschule Berlin 1915.

delt sich hier um eine Anwendung der Lehre von der Isostasie.

Die Größe dieser vertikal nach oben gerichteten Kräfte wird abhängen von dem Ausmaß der Verwerfungen, denn je bedeutender dieses ist, um so größer ist auch der Überdruck der randlichen Schollen.

Beim Absinken der Schollen kommt eine gewisse Schleppung an den Verwerfungen zustande. Infolge hiervon ist der Auftrieb des Salzes in der Mitte der Scholle zunächst nur wenig größer; sobald er aber die Durchbiegung zu mehren vermag, wächst der Druck und führt zu dem bekannten Vorseilen des Kernes und schließlich zur „Durchspießung“.

Die Salzseen Anatoliens und ihre Bedeutung für das Problem der Entstehung der Salzstöcke der Erdrinde.

Das ausgedehnte Innere Anatoliens besitzt im überwiegenden Teile keinen Abfluß nach dem Meere und ist somit reich an dauernden und an periodisch austrocknenden Binnenseen. Der Charakter dieser Binnengewässer ist außerordentlich verschieden:

1. In den *randlichen* Teilen des *abflußlosen Gebietes* finden wir nur *Süßwasserseen*, die periodisch vertrocknen — wie der Eber-Göl bei Eregli — und solche, deren Wasserflächen das ganze Jahr hindurch Bestand haben.

2. Im *abflußlosen Innern* umgeben *Steppen* und *Wüsten* die *Salzseen*, deren Ausdehnung nach dem Maß der Niederschläge in den Jahreszeiten ebenso wie in längeren Perioden schwankt. Die genauere Kenntnis der abflußlosen Seen ist nun von großer Bedeutung für die Volkswirtschaft Kleinasien und die physische Erdkunde im allgemeinen:

Die inneren Salzseen liefern seit langer Zeit das Steinsalz, das als Staatsmonopol von der Dette publique gewonnen und auf Kamelsrücken weithin verfrachtet wird. Die abflußlosen Süßwasserseen dienten im Altertum dagegen als das unerschöpfliche Reservoir für die Bewässerung der blühendsten Provinz des römischen Reiches mit ihren 500 Städten. Erst in den letzten Jahren ist durch deutsche Intelligenz und deutsches Kapital die Ableitung der Wassermassen des Sees von Karaviran nach der Ebene von Konia ausgeführt und damit eine Wiederbelebung des verödeten Innern in die Wege geleitet worden.

In der Gegenwart wie in der Pluvialperiode wechseln in Anatolien trockene Sommer mit niederschlagsreichen Wintern; während der letzteren wurden früher wie heute die Zersetzungsprodukte in die Ebenen hinabgeflößt und entweder als wenig geneigte Schuttkegel oder ganz flach unter der vorübergehenden Wasserbedeckung der Seen ausgebreitet.

Da offenbar schon in der Pluvialperiode die Gebirge in der Umgebung der zentralen Hochfläche den größten Teil der Feuchtigkeit auf-

fangen haben, so ist es nur in den *randlichen* Teilen der inneren Hochfläche Anatoliens zu der Bildung dauernder süßer Binnenseen gekommen; im eigentlichen Zentral-Anatolien wurden in der feuchten Jahreszeit vorübergehend flache Salzseen gebildet. Es fehlen daher in Kleinasien die Seeterrassen und die in den felsigen Untergrund eingeschnittenen Strandlinien, während die annähernd oder vollkommen ebenen Flächen ungemaine Ausdehnung besitzen. Die *Aufschüttung* dieser Massen durch die winterlichen Wassermassen und ihr völliges oder annähernd völliges Verschwinden während des Sommers geht in der Gegenwart und ging in der Quartärperiode gleichmäßig vor sich. Die Randgebirge bestanden schon damals und übten ihre regenbildende Wirkung aus; somit ergossen sich früher wie jetzt erhebliche Wassermengen von diesen Randgebirgen in das Innere. Für die Bildung der mächtigen Lehmschichten der Hochebene kommt somit von vornherein ein ungemein langer Zeitraum in Betracht, und die gewaltige horizontale Ausdehnung der ebenen Flächen beweist die lange Dauer der Auffüllung.

Von den Salzsteppen des Innern unterscheiden sich die Becken, die „Bolsones“ des peripheren Teiles der Ebenen durch das Fehlen des Salzes. Wahrscheinlich wurde der Salzgehalt nicht etwa durch die intensive Drainage der Pluvialperiode ausgelaugt, sondern war hier überhaupt niemals vorhanden.

Über die Salzsteppen des Innern von Anatolien liegen bereits die wichtigen Beobachtungen von *Moltke*, *Naumann* und *Oberhummer* vor, die ich im folgenden wiedergebe: Die anschaulichste Schilderung verdankt die geographische Wissenschaft auch hier wieder *Moltke*¹⁾, der in den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts neben seiner rein militärischen Tätigkeit eine Reihe der wichtigsten wissenschaftlichen Beobachtungen über Anatolien und das armenische Hochland gemacht hat:

„Die Ebene, welche sich vor Akseraj (dem weißen Schlosse) bei Konia ausbreitet, sieht dem Meere ähnlicher, als dem Lande; dreißig Stunden weit erblickt der Wanderer keinen Baum, keinen Strauch und meilenweit kein Dorf, kein Haus und kein Ackerfeld. Es ist die ebenste Ebene, die ich je gesehen, und nur am fernsten Horizont zieht sich ein blasser Streif blauer Berge, die wie auf der See in der Luft zu schweben scheinen; es findet eine Spiegelung statt, welche entfernte Objekte emporhebt und vergrößert; je mehr man sich nähert, je mehr nimmt ihre Größe ab und nachdem man zwei oder drei Stunden geritten, sieht der Gegenstand kleiner und ferner aus, als zuvor, gerade, als ob man sich um eben so viel Stunden entfernt hätte. Eine dürftige Vegetation bedeckt die weite Fläche, meist ein gestrüpp-

¹⁾ *H. v. Moltke*, Briefe aus der Türkei a. d. Jahren 1835—39, Berlin 1841, bei Siegfried Mittler, Seite 318 bis 319.

artiges Kraut, welches die Kühe sehr lieben und welches unter den Hufen der Pferde einen überaus angenehmen Geruch verbreitet. In Konia bereitet man ein Öl aus diesem Kraut, von welchem ich eine Probe mitgenommen und das mir ohne Vergleich schöner zu riechen scheint, als das Rosenöl. Der ganze Boden ist hier mit Salz oder Salpeter gesättigt und der gänzliche Mangel an Wasser macht jeden Anbau unmöglich; nur mitten durch die Einöde ziehen die Abläufe eines Sumpfes nach dem Salzsee von Khodscha-hissar (oder Tuz-tschöllü) zu, welcher durchaus ohne Abfluß ist. An diesen Sumpflachen findet man einige 'Jailen', d. h. Sommer-Siedelungen“.

Die bisher vorliegenden Analysen über die Zusammensetzung des Wassers in dem großen Salzsee Tuz-tschöllü hat E. Naumann¹⁾ zusammengestellt:

Nach den Untersuchungen des Mr. Philipps hat dieses Wasser einen Salzgehalt von 32,2 % und dürfte also in der Konzentration seiner Wasser alle anderen Binnenseen übertreffen. Das Tote Meer hat nur 21,7 % Salzgehalt, die Salzpfanne des kaspischen Busens Karabughaz 28,5 %. Tschihatcheff berichtet über den Tuz-tschöllü, daß er sich im Juli des Jahres 1848 mit einer stellenweise bis zwei Meter dicken Salzkruste bedeckt habe. Diese weiße Decke, welche von den grünenden Hügeln des Khodscha-Dagh ungeheuer grell abstach, war stark genug, um die Last eines Pferdes zu tragen; an mehreren Stellen konnte der See sogar trockenen Fußes überschritten werden.

Im Innern Kleinasien dauert die jungtertiäre Festlandsperiode noch heute fort. Das Salzbecken des Tuz-tschöllü ist allerdings nur ein sehr bescheidenes Überbleibsel jenes großen Binnensees, der die älteren Bildungen Lykaoniens unter seinen mächtigen Ablagerungen begraben hat. Nach Tschihatcheff bedecken die jungtertiären Kontinentalbildungen etwa ein Drittel Anatoliens. Vollkommen horizontale Lagerung ist diesen pliocänen Süßwasserbildungen eigen. Da salzführende Bildungen verbreitet sind, ist die Anhäufung des gelösten Salzes im Zentrum der Halbinsel leicht erklärlich.

In allgemein-geologischer und geographischer Hinsicht läßt sich ferner in Anatolien das Problem lösen, ob die abflußlosen Gebiete überall einen Salzsee umgeben, oder ob die Anhäufung von Salzen in diesen Zentren auf lokalen geologischen Verhältnissen, d. h. auf dem Vorhandensein von Steinsalz in allen vorhandenen geologischen Schichten des Innern beruht.

Bekanntlich wird immer wieder versucht, alle Salzstöcke der Erdrinde, ja sogar die Hunderte von Metern mächtigen Lager Deutschlands auf den Absatz im kontinentalen Innern und nicht auf die Verdunstung in abgeschnürten Lagunen und Randbecken des Ozeans zurückzuführen. Da

¹⁾ Naumann, Vom Goldenen Horn zu den Quellen des Euphrat, S. 376 und 372.

sich in Kleinasien, d. h. in einem gut zugänglichen, wenn auch wenig erforschten Lande der Nachweis erbringen läßt, daß sich das Salz abflußloser Seen nur im Bereich der ohnehin salzreichen Schichten, nicht aber überall ansammelt, so ist damit einer auch sonst zu schweren Bedenken Anlaß gebenden Hypothese die Unterlage entzogen.

Ergebnisse.

1. Die wiederholte Eindampfung der nord-deutschen Salz- und Kalisalzlager erfolgt aus Meeresteilen am Schluß der Zechsteinzeit in einem gemäßigten, aber sehr trockenen Wüstenklima. Für mächtigere Salzablagerungen kommen abflußlose Binnenseen niemals in Betracht.
2. Die Wasserentziehung des ursprünglich wasserhaltigen Gipses, des Kainits usw. erfolgte unter dem Einfluß der Erdwärme in großer, ca. 2 km betragender Tiefe.
3. Die Lagerungsform der alle jüngeren Gebirgsschichten in Form zylindrischer oder unregelmäßiger Salzstöcke durchstoßenden Ekzeme (Lachmann) ist nicht nur in Deutschland nachgewiesen, sondern weltweit verbreitet. Sie hat mit der Gebirgsfaltung nichts zu tun, sondern erfolgt über Lockungszonen der Erdrinde, die durch tektonische Bruchlinien oder alte Flußtäler vorgezeichnet sein können.
4. Die treibenden Kräfte sind:
 - a) das geringere Gewicht des Steinsalzes, das einen Auftrieb im Sinne jeder Lockungszone zeigt,
 - b) die durch einen Mantel jüngerer Reibungsgesteine und durch die weite Verbreitung von Salz und Gips im jüngeren Nebengestein angedeutete Wanderung (Rekristallisation) der Salze, die an die Auflösung und das Wiedergefrieren der Eiskörner im Gletscher erinnert.

Richard Lachmann †.

Von Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau.

Für die geologische Jugend Deutschlands gilt das Dichterwort „Ja, der Krieg verschlingt die Besten“. Nachdem F. F. Hahn in den ersten Monaten in Frankreich gefallen und H. von Staff in Südwest ein Opfer des Krieges geworden war, stehen wir jetzt an dem Karpathengrabe Richard Lachmanns, dessen Name mit einem weitreichenden Fortschritt der geologischen Erkenntnis verknüpft ist. Neben seiner stets klaren und Neues bringenden Beobachtungsgabe, neben den anregenden Gedanken über Erzlagerstätten, der Tektonik des Steinkohlengebirges und der Alpen, über die Entstehung der Tuffkanäle (Hemidiatremes) in Ungarn und den Vulkanismus der Euganeen sind besonders Lachmanns Forschungen über die Entstehung und Umformung der Salzlagertstätten von

bahnbrechender Bedeutung. Die Entstehung der in der Form an Eruptivschlote erinnernden, das auflagernde Gebirge durchbrechenden Salzmassen war vor 8 Jahren, d. h. vor *Lachmanns* Auftreten derart dunkel, daß im Kolleg das Vorkommen als unerklärt bezeichnet werden mußte. Denn daß sich allein durch gebirgsbildende Kräfte kein „Salzhorst“ bilden konnte, mochte man das umgebende Gebirge absinken oder das Salz als „Aufpressungsgebilde“ emporsteigen lassen, war ohne weiteres klar. Schon die leichte Löslichkeit der *Stein-* und *Kalisalze* in unserem niederschlagsreichen Klima stand diesem Deutungsversuch entgegen. Und wenn man gar die eigenartigen Verschlingungen der *Carnallitschnüre* auf tektonische „Faltung“ zurückführen würde, wenn gar vor den Augen eines vorstellungskühnen Geologen in der *Lüneburger Heide* ein *Himalaya* emporsteigen konnte, so weiß die Wissenschaft dem Scharfblick des zu früh dahingegangenen Forschers Dank, welcher diese Phantasiegebilde mit energischem Schnitte entfernt hat.

Doch verdanken wir *Lachmann* nicht nur die Beseitigung der Auswüchse der Tektonik — von denen sich übrigens der Altmeister *Eduard Sueß* noch selbst in einem Briefe an den Unterzeichneten energisch abgewandt hatte —, sondern vor allem auch die Aufrichtung eines durch zahlreiche Beobachtungen gefestigten Gedankenbaus — die *Ekzemtheorie* —, zu deren Begründung der berühmte schwedische Physiker *Svante Arrhenius* wertvolle Bausteine beigetragen hat.

Wie hoch der schwedische Nobelpreisträger die Arbeit des jungen deutschen Fachgenossen einschätzte, geht aus seinem im folgenden wiedergegebenen Schreiben hervor:

„Zu meinem großen Bedauern habe ich erfahren, daß Prof. *Richard Lachmann* als Opfer dieses schrecklichen Krieges gefallen ist. Da ich seine Tüchtigkeit hochschätzte, nehme ich lebhaft an der Trauer über sein tragisches Schicksal Teil, in der blühenden Kraft seines ersten Mannesalters hinweggerafft worden zu sein.“

Richard Lachmann wurde am 23. Februar 1885 in Hamburg geboren. Nachdem er Ostern 1903 das Reifezeugnis erhalten hatte, wurde er Bergbaubeflissener und lag zunächst ein Jahr lang praktischen Studien in den Bergwerken des preussischen Staates ob. Von 1904—1907 studierte er an den Universitäten München und Berlin. An letzterer promovierte er am 23. November 1907 (Inauguraldissertation: *Der Bau des Jackel im Obervintschgau*). Am 29. November desselben Jahres bestand er das Staatsexamen, wurde Bergreferendar und war als solcher in den nächsten Jahren tätig. Da er sich jedoch besonders für die Geologie als Wissenschaft interessierte, nahm er 1911 eine Assistentenstelle am geologischen Institut der Universität Breslau an. Hier erhielt er auf Grund seiner Habilitationsschrift: „*Der Bau des niederhessischen Berglandes bei Hundelshausen*“ im November 1912 die *venia legendi*;

kurz vor dem Kriege erhielt er als Dozent an der Technischen Hochschule Breslau einen Lehrauftrag für *Erzlagerstättenlehre*.

Nach Ausbruch des Krieges von August 1914 bis Februar 1915 war er als Zivilbauleiter bei der Fortifikation Breslau und in Polen tätig. Im September 1915 trat er als freiwilliger Schütze in die *Schneeschuh-Ersatz-Abteilung* in Immenstadt ein. Im Juni 1916 kam er als Gefreiter des 3. Jäger-Regiments ins Feld und machte die Stürme auf *Douaumont* vor *Verdun* mit. Er erhielt das *Eiserne Kreuz* für das Eindringen in das französische *Fort Souville*, über das er seinem Regimentskommandeur Meldung erstattete. Am 7. September ist er in den *Karpathenkämpfen* durch Kopfschuß beim siegreichen Sturmangriff am *Carny Czermosz* gefallen.

R. Lachmann war im Krieg und Frieden als Forscher und als akademischer Lehrer frisch, stets angeregt und anregend, voller Lebensmut und Unerschrockenheit: „Er ist ein Mensch gewesen und das heißt ein Kämpfer sein“. Wie er aus Liebe zur wissenschaftlichen Wahrheit mit seiner *Ekzemtheorie* der damaligen offiziellen Geologie Fehde ansagte und siegreich durchfocht, so litt es ihn im Kriege nicht hinter der Front, trotzdem eine Betätigung als *Kriegsgeologe* die naturgemäße Fortsetzung seiner Stellung als *Bauleiter* bei den Fortifikationsarbeiten gewesen wäre.

Aber auch in die Stürme des Krieges hinein begleitete ihn wieder die glühende Liebe zu seiner Wissenschaft. Der ganze *Lachmann*, der scharfe Beobachter, der frische Mensch, der gute Kamerad steht vor uns in einem Briefe an mich, der am Morgen des letzten Sturmes geschrieben und in der Brieftasche des Gefallenen gefunden worden ist:

In den Karpathen, 6. September 1916.

„Ich liege hier mit meiner bayerischen Jäger-, früheren *Schneeschuh-Kompagnie* am ungarischen Grenzkamm in ca. 1800 m Höhe bei schönster Morgensonne. Die Hochkämme hier bestehen aus *Verrukano*, sind beiderseits von *Klippenzonen* eingefast und morphologisch ein vergrößertes *Riesengebirge*. An der Auffassung der *Hochfläche* als *Peneplain* werde ich von Tag zu Tag mehr schwankend. Das *Wiesen-Phänomen* westlich der *Schneekoppe* ist die Ausnahme, nicht die Regel bei diesen *Hochflächen*. Ich habe zwei *Karpathenkamm-Querprofile*, einige *Glazialbeobachtungen* (*Karbodenhöhe* 1500—1600 m) sowie manches *Morphologische* festlegen können.

Ich bin jetzt seit 2½ Monaten im Felde. Habe zwei böse Tage vor *Verdun* (wir sind am 12. Juli am weitesten von allen Truppen bisher gegen *Souville* vorgedrungen, mit ca. 80 % blutigen Verlusten) glücklich nicht nur überstanden, sondern bin auch tüchtig dekoriert worden, weil ich den Zustand vorne als *Erster* dem *Regimentskommandeur* beschreiben konnte. So wird man zum *Kriegshelden*, ehe man sich's versieht.

Verdun ist damals, wo der Kampf auf dem Höhepunkt stand, eine Klasse Weltkrieg für sich, die schärfste Probe auf Selbstbeherrschung. Deshalb bewähren sich gerade die Gebildeten und unsere bayerischen Bauernburschen wegen ihrer animalischen Kaltblütigkeit an solchen Stellen am besten.

Auch dieser Karpathen-Gebirgsfeldzug ist etwas Einziges, steht in denkbar schärfstem Kontrast zum Fleischhacken bei Verdun. Auf der positiven Seite: eine herrliche Natur, interessante Siedlungsformen, Kriegführung häufig à la Lederstrumpf, wenig Artilleriegefahr und ein minderwertiger Gegner. Auf der negativen: Tage ohne hinreichende Verpflegung, wenig regelmäßige Post und kein Mittel, der Läuse Herr zu werden. Ferner die Last des schweren Gepäcks.

Ich fühle mich recht wohl als Krieger, würde aber natürlich auch mal wieder eine wissenschaftliche Tätigkeit nicht ausschlagen.“

Schriftenverzeichnis.

1908. 1. Der Bau des Jackel im Obervintzthau. (Beitr. zur Paläontologie u. Geologie Österreich-Ungarns. 21. 1908.)
2. Neue ostungarische Beauxitkörper und Beauxitbildung überhaupt. (Zeitschr. f. praktische Geologie. 1908 Sept.)
1909. 3. Vorläufiger Bericht über Vulkanstudien 1908.
I. Die systematische Bedeutung eines neuen Vulkantyps (Hemidiatrema) aus dem Rezgebirge.
II. Der Eruptionsmechanismus bei den Euganeentrachyten. (Monatsber. d. dtsh. geol. Ges. 61. 1909. 72.)
1910. 4. Das Faltungsproblem des westfälischen Steinkohlengebirges. (Glückauf. 1910. 43.)
5. Studien über den Bau von Salzmassen. (Kali 1910. Heft 8, 9, 24.)
6. Überschiebungen und listrische Flächen im westfälischen Karbon. (Glückauf 1910. 6.)
7. Über autoplaste (nicht tektonische) Formelemente im Bau der Salzlagerstätten Norddeutschlands. (Monatsber. d. D. geol. Ges. 62. 1910. 2.)
8. Über die Natur des Everdingschen deszendierten Hauptsalzkonglomerats. (Monatsber. d. D. geol. Ges. 62. 1910. 4.)
9. Salinare Spalteneruption gegen Ekzemtheorie. (Monatsber. d. D. geol. Ges. 62. 1910. 8/10.)
1911. 10. Hauptprobleme der Kaligeologie. (Monatshefte 6. 1911. 5.)
11. Erich Harbort im Streit gegen die Ekzeme. (Monatsber. d. D. geol. Ges. 63. 1911. 8/10.)
12. Der Salzauftrieb: 1. u. 2. Folge (Kali 1911. 8, 9, 22, 23, 24), 3. Folge (Kali 1912. 14, 15, 16, 17).
13. Über diagenetische Deformationen von Salzgesteinen. (Centralbl. f. Min. 1911. 17.)
14. W. Kranz' Einwürfe gegen meine Beobachtungen in den Euganeen. (Centralblatt f. Mineralogie 1911. 21.)
1912. 15. Über die Bildung u. Umbildung von Salzgesteinen. (Jahresbericht d. schl. Ges. f. vaterl. Kultur 1912.)
16. Der Bau des niederhessischen Berglandes bei Hundelshausen. Habilitationsschrift. (Jahresber. d. schl. Ges. 1912.)
17. Zur Tektonik Norddeutschlands. (Monatsber. d. D. geol. Ges. 64. 1912. 8/10.)

18. Ekzeme als geologische Chronometer. (Monatsber. d. D. geol. Ges. 64. 1912.)
19. (Arrhenius u.) Lachmann: Die physikalisch-chemischen Bedingungen bei der Bildung der Salzlagerstätten und ihre Anwendung auf geologische Probleme. (Geol. Rundschau 1912. III. 3.)
20. Weiteres zur Frage der Autoplastie der Salzgesteine. (Centralblatt f. Mineralogie 1912. 2.)
21. Beiträge zur Plastizitätsfrage. (Centralbl. f. Min. 1912. 24.)
22. Über einen vollkommen plastisch deformierten Steinsalzkrystall aus Boryslaw in Galizien. (Zeitschr. f. Krystallographie 1913. 52. 2 u. Monatsber. d. D. geol. Ges. 66. 1912. 8/10.)
23. Über den Bau alpiner Gebirge. (Monatsber. d. D. geol. Ges. 65. 1913. 3.)
24. Über den heutigen Stand der Ekzemfrage. (Kali 1913. 7.)
1914. 25. Zur Klärung tektonischer Grundbegriffe. (Monatsber. d. D. geol. Ges. 66. 1914. 4.)
26. Eine bemerkenswerte Störung des Steinkohlengebirges bei Schlegel in Niederschlesien. (Branca-Festschrift 1914.)

Besprechungen.

Lorey, Wilhelm, Das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts. Abhandlungen über den mathematischen Unterricht in Deutschland, veranlaßt durch die internationale mathematische Unterrichtskommission, herausgegeben von F. Klein, Bd. III, Heft 9. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1916. XII, 428 S. und 13 Abbildungen. Preis geh. M. 12,—, geb. M. 14,—.

Als einen nicht unwesentlichen Vorzug des Werkes möchte ich den voranstellen, daß es vorwiegend die neue Zeit behandelt. Versteht man darunter die Zeit von 1870 bis zur Gegenwart, so sind etwa drei Viertel des Ganzen dieser neuen Zeit gewidmet, und hiervon tritt wieder die neueste Zeit, der Zeitabschnitt 1890 bis 1914, so stark in den Vordergrund, daß ihm allein die zweite Hälfte des ganzen Werkes gehört. Über die ältere Zeit dürfen wir uns auch hier kurz fassen: Daß der höhere mathematische Unterricht an den deutschen Universitäten vorwiegend zuerst durch C. G. J. Jacobi eingeführt wurde, ist bekannt. Er und seine gleichstrebenden Freunde: aus der Königsberger Zeit Bessel und Franz Neumann, mit denen er die glorreiche „Königsberger Schule“ begründete, aus Berlin Dirichlet und Steiner, stehen daher in dem ersten Teil des Werkes in der vordersten Reihe der Namen, aber auch die von Crelle, Martin Ohm u. a. ausgehenden Anregungen und Einrichtungen finden gebührende Behandlung. — Als einen zweiten, insbesondere in den späteren Abschnitten naturgemäß immer mehr hervortretenden Vorzug des Werkes sehe ich — mit gewissen, noch zu erwähnenden Einschränkungen — seine große Reichhaltigkeit an. Der Leser findet sich in der Tat in dem Loreyschen Buche über die Einrichtungen des mathematischen Hochschulunterrichts — denn nicht nur die Universitäten, sondern begreiflicherweise auch die Technischen Hochschulen finden gebührende Berücksichtigung —, über die mathematischen Bildungs- und Unterrichtsmittel aller Art in einer wohl nahezu erschöpfenden Weise unterrichtet. Es ist eine allgemeine Bestandsaufnahme für dieses Gebiet, bei der kaum etwas irgendwie Wesentliches übersehen und bei der auch entlegenere Bestände mit aner kennens-

werter Findigkeit herangeschafft sind. Um nur eine schwache Vorstellung von der Reichhaltigkeit des Inhalts zu geben, sei hier kurz nach Stichworten eine Anzahl der wichtigeren und weniger wichtigen Themen, die in dem Buche besprochen sind, gegeben: Von akademischen Einrichtungen¹⁾ und Lehrmitteln: Die mathematischen Seminare resp. Institute und ihre Lesezimmer und Fachbibliotheken, neben diesen die großen öffentlichen Bibliotheken; die Modellsammlungen; die Verwendung des Projektionsapparates, auch die des Kinematographen, für Vorlesungszwecke; die Fortbildungs- und Ferienkurse für Oberlehrer; die Studienpläne und „Ratschläge“ für die Studenten; Promotionen; Preisfragen usw. Von wissenschaftlichen und pädagogischen Gesellschaften: Die mathematischen Studentenvereine; die Naturforscherversammlung und ihre mathematische Sektion; die Deutsche Mathematikervereinigung; die verschiedenen regionalen und lokalen mathematischen Gesellschaften, „Kränzchen“, „Zusammenkünfte“ usw.; der Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts („Förderungsverein“); die Göttinger Vereinigung zur Förderung der Angewandten Physik und Mathematik; die Akademien der Wissenschaften und das Kartell der deutschen Akademien sowie die Assoziation der wissenschaftlichen Akademien aller Kulturländer; die internationalen Mathematiker-Kongresse; die Internationale Mathematische Unterrichtskommission. Von literarischen Unternehmungen: Die verschiedenen mathematischen Zeitschriften; das „Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik“; die „Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften“; die Sammelausgaben der Werke großer Mathematiker; auch die wichtigsten Verlagsfirmen, die mathematische Literatur pflegen, sind nicht vergessen. Dabei wird die Lektüre belebt durch allerlei interessante, auch pikante und amüsante faits divers. Wir erfahren, um auch hiervon ein paar Proben zu geben, welche deutschen Universitätskuratoren Mathematiker waren oder daß die ersten ausführlicheren Ratschläge für das Studium der Mathematik von dem Halleschen Philosophen *Christian Wolff* stammen (S. 276 f.); wir dürfen gelegentlich einen Einblick in ein bisher unveröffentlichtes Aktenstück des Ministeriums, so in einen Bericht *Schellbachs* über die Leistungen der Examinanden der wissenschaftlichen Prüfungskommission (S. 98/99), tun; wir ver-

¹⁾ Obwohl ich weit davon entfernt bin, Purist zu sein, gebrauche ich hier geflissentlich den Ausdruck „Einrichtungen“ und würde, wenn das gute deutsche Wort durch ein Fremdwort ersetzt werden sollte, „Institutionen“ sagen. Demgegenüber huldigt das Loreysche Buch einem Brauch, der mir auch schon in anderen Veröffentlichungen der internationalen mathematischen Unterrichtskommission resp. der IMUK wie diese Kommission ja bekanntlich einer scheußlichen, aber wohl unausrottbaren Modekrankheit zufolge auch in der Schriftsprache schon meistens genannt wird, aufgefallen ist: es heißt dort „Organisation“ (*Lorey* sagt S. 158 z. B. von einem Mathematiker: er „brachte Göttinger Organisationen nach Straßburg“), ein Wort, das meinem Sprachempfinden, zumal in dieser Pluralbildung, anstößig ist, das sich aber in dieser Literaturgattung anscheinend besonderer Beliebtheit erfreut und geradezu zu einem Schlagwort geworden ist. In geringerem Maße gilt Ähnliches übrigens von einigen anderen Worten, wie z. B. „System“ (z. B. *Lorey*, S. 126). Auch das gern gebrauchte „Betrieb“ habe ich nicht selten als unglücklich gewählt empfunden.

nehmen aus einer Mitteilung *Lampes*, daß die Anregung, den „Fortschritten der Physik“ eine jüngere mathematische Schwester, das heutige so überaus nützliche und wertvolle „Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik“, beizugesellen, von einer Frau, der Lebensgefährtin eines der nunmehrigen Begründer, ausging (S. 214, Anm. 4), und wir hören, daß in der guten alten Zeit (1875) die mathematischen Professoren einer süddeutschen Universität die Ankündigung, in ihrer Stadt solle eine Mathematikerversammlung stattfinden, mit der wohlwollenden Erklärung beantworteten, daß sie verreisen würden, falls die Versammlung wirklich abgehalten werde (S. 215); wir vernehmen, dank den studentischen Reminiscenzen eines angesehenen Schulmannes, aus dem Munde eines weit bekannten Mathematikprofessors das überwältigende, aber vermutlich nicht gerade für die große Öffentlichkeit bestimmte Diktum: „Bei mir ist noch niemals ein Student eingeschlafen, dazu spreche ich zu laut“ (S. 187), und derselbe Bericht meldet uns von Ebendemselben, daß er stets ablehnte, Themen für Promotionsschriften zu stellen¹⁾ (S. 188); wir lesen, daß die Füchse des Göttinger Mathematischen Vereins einst, um einem ihrer Lehrer aus besonderem Anlaß eine sinnige Weihnachtsüberraschung zu bereiten, auf dem Bauche liegend einen über 1 qm großen, noch jetzt auf der dortigen Sternwarte aufbewahrten Papyrus eine Determinante von 10 000 Gliedern anvertrauten (S. 141), und daß, in der letzten Ebbeperiode des mathematischen Studiums in Halle eine Vorlesung über eine Woche hindurch ausfallen mußte, weil „der regelmäßige Hörer“ erkrankt war (W. S. 1892/93; S. 335). Wer selbst in jenen Jahren studiert hat, wird auf derselben Seite des Loreyschen Buches mit Bewunderung oder auch mit einem gelinden Gruseln lesen, daß heute (d. h. in den letzten Friedensjahren) ein Berliner Ordinarius, freilich ein Virtuos des mathematischen Vortrags, in einigen seiner Vorlesungen nicht weniger als 250 Zuhörer um sich versammelt²⁾, und daß an derselben Universität der Vertreter der mathematischen Physik für eine seiner

¹⁾ Herr *Lorey* verweist hier auf *K. Hensels* interessante Festschrift zur Feier des 100. Geburtstages *Eduard Kummers* (1900, S. 17), derzufolge auch *Kummer* es grundsätzlich ablehnte, Themen für eine Doktorarbeit zu geben. Das wäre, so meinte *Kummer*, gerade so, wie wenn ihn ein junger Mann fragte, ob er ihm nicht ein hübsches junges Mädchen empfehlen wolle, das er heiraten sollte. Dazu darf vielleicht bemerkt werden, daß *Jacobi* einmal einen ganz ähnlichen Vergleich gebrauchte, um seinen im wesentlichen entgegengesetzten Standpunkt zu begründen: Die russische Regierung hatte einige Studenten zu ihm nach Königsberg zu ihrer weiteren Ausbildung geschickt, und diese erwiesen sich als sehr eifrig, jedoch nur in rezeptiver Beziehung; insbesondere der tüchtigste von ihnen „verschlang mit einer gewissen Gier alles Analytische“, war aber zu eigenen Untersuchungen nicht zu bringen. „Er hielt mir“, so schreibt *Jacobi* seinem russischen Bruder, „immer die gewöhnliche Rede entgegen, wie er denn an eigne Untersuchungen denken könne, da ihm noch so viele Kenntnisse fehlen, worauf ich ihm einmal entgegnete, wenn seine Familie von ihm verlangen würde, daß er sich verheiraten solle, ob er dann auch antworten würde, wie er sich denn verheiraten könne, da er noch nicht alle Mädchen kennen gelernt“ (s. „Briefwechsel zwischen C. G. J. Jacobi und M. H. Jacobi“, 1907, S. 64 und 61).

²⁾ Auf eine ebenso große Hörerzahl hat freilich schon *Kummer* in den Jahren der Hochflut — Anfang

allerdings gleichfalls hervorragenden Vorlesungen über die Zahl von 300 noch wesentlich hinausgelangt (S. 341).

Die hervorgehobenen starken und unleugbaren Vorzüge des Loreyschen Buches vermögen mich nun freilich nicht derartig zu blenden, daß ich gewisse Mängel des Werkes völlig übersehen könnte. Unter den Händen eines Verfassers, der selbst über gründliche Erfahrungen im mathematischen Universitätsunterricht gebietet, würde das Werk, wie mir scheint, vielfach einen ganz anderen Charakter erhalten: Gewiß würde ein solcher Verfasser manche Fragen mehr kritisch durchdrungen haben, an zahlreichen Stellen auf Spezialfragen der mathematischen Hochschulpädagogik näher eingegangen sein, dafür aber anderes wieder gestrichen bzw. fortgelassen haben. In der Tat finden sich in dem Buche mancherlei Materialien, die für die Bildung der eigenen Urteile des Autors gewiß unentbehrlich waren, die aber keineswegs in voller Breite vor den Augen des Lesers etabliert zu werden brauchten. Es würde vollauf genügt haben und für den Leser weit bequemer sein, wenn der Verfasser ihm diese Materialien nicht in roher, sondern in verarbeiteter Form: nach den daraus zu ziehenden Schlüssen oder nach den charakteristischen Merkmalen, geboten hätte. Ich rechne hierhin beispielsweise die umfangreiche Inhaltsübersicht über die „Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften“ (S. 277 ff.): Weit aus den meisten Leser des Loreyschen Buches werden dieses Standard-work der mathematischen Literatur aus häufigem Gebrauch kennen, sehr viele werden es besitzen, eine ganze Anzahl hat daran mitgearbeitet; zudem vermag Herr Lorey, da das Werk noch nicht abgeschlossen ist, ja doch nicht das endgültige, sondern, wie er selbst sagt, nur ein „dem heutigen Stande“ entsprechendes Inhaltsverzeichnis zu bieten. Ähnliches läßt sich von der Liste der Vorlesungen, die *Jacobi* in Königsberg gehalten hat, sagen (S. 60/61); auch hier wäre weniger: Beschränkung auf das Wesentliche, das Charakteristische, das Neue, mehr gewesen. Auch die mehrfachen durch alle deutschen Universitäten sich erstreckenden Wanderungen, die der Leser ausführen muß und auf denen gewissenhaft alle Veränderungen in der Besetzung der mathematischen Lehrstühle verzeichnet werden, halte ich, abgesehen von denjenigen Fällen, wo, wie beispielsweise von Berlin (S. 335 ff.) oder von Göttingen (S. 359 ff.), Interessantes und Charakteristisches zu berichten ist, für durchaus entbehrlich. Um beispielsweise die auf S. 207 gezogenen Schlüsse zu ziehen, braucht wirklich nicht ein so umfangreiches Material vorher vor dem Leser entrollt zu werden.

Daß ein so reichhaltiges, mit Materialien geradezu überladenes Werk auch mancherlei tatsächliche Unrichtigkeiten aufweist, ist kein Wunder, und es liegt mir völlig fern, dem Herrn Verfasser deswegen einen Vorwurf machen zu wollen. Immerhin seien im Vorbeigehen einige solcher Corrigenda angemerkt: Ein Memoirenwerk, als dessen Erscheinungsjahr S. 55 das Jahr 1838 angegeben ist, wird S. 9 als ein Werk von 1842 zitiert (welche der Zahlen die richtige ist, kann ich, da die hiesige Bibliothek für längere Zeit geschlossen ist, augenblicklich nicht feststellen). Die Behauptung, daß *Gauß* „nie mit großer Freude gelesen“ habe (S. 18), erweckt eine unrichtige Vorstellung und

ist in dieser Form schwerlich aufrecht zu erhalten. Auch in den biographischen Angaben, die über zahlreiche Mathematiker gegeben werden und die man vielleicht für entbehrlich halten kann, die ich aber jedenfalls sämtlich in einen Anhang oder ins Register verwiesen hätte, scheint nicht alles zu stimmen: So habe ich mir S. 407 (Zeile 6 v. o.) angestrichen, daß für einen hervorragenden Historiker der Mathematik das Geburtsjahr unrichtig angegeben ist, und der auf der folgenden Seite als erster aufgeführte Schulmathematiker wird vermutlich in Wirklichkeit nicht mit 15 Jahren den Doktorhut erworben haben.

Auch wenn der Verfasser es im „Vorwort“ nicht ausdrücklich sagte, würde man unschwer erkennen, daß ihm mündliche und briefliche Mitteilungen von vielen Seiten und in reicher Fülle zuströmten. Er hat es offenbar mit großem Geschick und unverkennbarem Spürsinn verstanden, solche Mitteilungen und Informationen viele Jahre hindurch zu sammeln und von allen Seiten zu gewinnen. Als eine höchst wertvolle und reizvolle Zugabe sehe ich insbesondere die zusammenhängenden, zumeist recht interessanten und lehrreichen Erinnerungen an, die verschiedene Fachgelehrte — ich nenne namentlich die Herren *Blumenthal*, *v. Brill*, *Faber*, *Götting*, *Klein*, *Lampe*, *Runge*, *Timmerding* — aus ihren Studienjahren mitgeteilt haben. Auch zwei seitdem aus dem Leben abgerufene Meister der mathematischen Wissenschaft: *Heinrich Weber* und *Richard Dedekind*, haben wertvolle Beiträge dieser Art beigegeben. Aus des ersten Aufzeichnungen mag als Kostprobe hier die folgende Partie wiedergegeben werden, die *Webers* Königsberger Lehrer *Richelot*, dessen Nachfolger er selbst später werden sollte, schildert (S. 96 f.): „*Richelot* war ein begeisterter Schüler und Verehrer von *Jacobi*, und wenn er auch für alle Zweige der Mathematik und die neuen Erscheinungen jener Zeit ein offenes Auge und warmes Interesse hatte, so glaubte er doch und sprach es auch aus, daß *Jacobi* alles entweder schon besessen habe oder leicht gefunden haben würde, wenn er sich zufällig damit beschäftigt hätte. — Die Funktionen komplexen Arguments und überhaupt *Riemanns* große Schöpfung auf dem Gebiet der Abelschen Funktionen waren damals neu, wenig bekannt und wenig verstanden. *Richelot* war redlich bemüht, in diese Dinge einzudringen und sie auch seinen Schülern zum Verständnis zu bringen, auch ihre Bedeutung für die Elliptischen Funktionen, die sein Lieblingsgebiet waren, ins rechte Licht zu setzen, auch uns an die Vorstellung von den „*Riemannschen* Flächen“, die damals noch die größten Schwierigkeiten machten, zu gewöhnen. Er tat das weniger in besonderen Vorlesungen, sondern mehr gelegentlich in den Elliptischen Funktionen oder bei anderen Gelegenheiten. — *Richelots* Vorlesungen waren, da sie nicht systematisch ausgearbeitet waren, nicht ganz leicht zu verstehen und verlangten viel Nacharbeit durch den Hörer. Er las meist zwei Stunden hintereinander, die Vorlesungen waren sehr inhaltreich und bewegten sich vorzugsweise auf den Gebieten, die *Jacobi* kultiviert und geschaffen hatte, Elliptische Funktionen, Variationsrechnung, Mechanik; auch Zahlentheorie las er bisweilen.... Neben den Vorlesungen gingen die seminaristischen Übungen her, wie sie *Jacobi* eingerichtet und *Richelot* fortgesetzt hatte. — Für seine Schüler hatte *Richelot* das wärmste Interesse und verkehrte auch gern persönlich mit ihnen, sei es in seinem Hause oder auf Spaziergängen, und wenn man ihm die Seminararbeit brachte und traf es zu guter

der achtziger Jahre — es gebracht, wie ich der schon zitierten Kummer-Festschrift von *K. Hensel* (S. 15) entnehme.

Stunde, so konnte er einen stundenlang bei sich behalten und darüber reden.“

Nach den Zeiten der „Königsberger Schule“ hat der höhere mathematische Unterricht in Preußen-Deutschland bekanntlich eine zweite Kulmination in Berlin erlebt in jener Ära, die durch das glänzende Dreigestirn *Kummer-Weierstraß-Kronecker*, neben dem auf nahe benachbartem Gebiete, wenigstens zeitweilig, Koryphäen wie *Kirchhoff* und *Helmholtz* wirkten, gekennzeichnet ist. Auch über diese Zeit bringt unser Buch sehr interessante Aufzeichnungen von *Runge*, in denen es heißt (S. 161 ff.): „Ich kam im Herbst 1877 nach Berlin, angezogen von den Namen *Weierstraß*, *Helmholtz*, *Kronecker*, *Kirchhoff*, nachdem ich drei Semester in München studiert hatte. *Weierstraß* las gerade Abelsche Funktionen, die ich auf seinen Rat mir für später vorbehielt, aber ich traf es doch insofern günstig, als er Ostern 1878 seinen Zyklus von Vorlesungen mit der Einleitung in die Funktionentheorie von neuem anfang. Ich habe den Zyklus mit großem Eifer ganz durchgemacht: Elliptische Funktionen, Anwendung der Elliptischen Funktionen, Variationsrechnung und Abelsche Funktionen. *Weierstraß*’ Vortrag war nicht glatt und formvollendet. Er stockte manchmal und verbesserte sich; aber im Grunde war seine Vorlesung doch sorgfältig durchdacht, wenn auch nicht im Einzelnen vorbereitet. Sie wirkte immer nachhaltig und tief, vielleicht gerade, weil sie improvisiert wurde, weil der Gedanke in statu nascendi einen tieferen Eindruck macht, als wenn er in vorher festgestellter Form reproduziert wird. Einige Male ist es freilich vorgekommen, daß *Weierstraß* einen Beweis verfehlte und sich verhedderte. Er fuhr dann in der nächsten Stunde fort, als ob er nichts zurückzunehmen hätte, und brachte dann alles in Ordnung. Ich habe ihm das einigermaßen übel genommen. Ich fand, er hätte seinen Zuhörern eingestehen müssen, daß der erste Weg falsch war, und daß er deshalb einen anderen eingeschlagen hätte. Niemals aber habe ich bemerkt, daß *Weierstraß* einen Schatten einer Unklarheit stehen ließ. *Weierstraß* hatte nachmittags eine Sprechstunde in seiner Wohnung, in der ich mich öfter eingefunden habe, um ihn um Aufklärung über mathematische Fragen zu bitten. Man ging immer sehr befriedigt von ihm, weil er immer sehr aufmerksam anhörte, was man zu sagen hatte, und genau darauf einging, sehr im Gegensatz zu *Kronecker*, der nicht zum Zuhören zu kriegen war, sondern immer gleich abschwenkte, um von seinen eigenen Arbeiten zu reden. — Einen Mangel von *Weierstraß*’ Unterricht sehe ich darin, daß er seine Schüler zu wenig auf die mathematische Literatur hinwies, was gerade bei der Originalität seiner eigenen Vorlesungen zu wünschen gewesen wäre. So ist, soviel ich mich erinnere, vom Cauchyschen Integral nicht die Rede gewesen, das doch niemand entbehren kann, der Funktionentheorie verstehen will. — *Kronecker* habe ich eingehend erst nach meinem Dokorexamen gehört. Seine Vorlesungen über Algebra waren sehr anregend, aber es fehlte ihnen das Fundamentale der *Weierstraß*’schen Vorlesungen. *Kronecker* war persönlich weit zugänglicher als *Weierstraß*. Er liebte es, umgeben von einer Reihe seiner Schüler, die ihn alle um Haupteslänge überragten, von der Universität über die Läden und durch den Tiergarten nach seiner Wohnung in der Bellevuestraße zu gehen, den ganzen Weg eifrig über Mathematik plaudernd, bisweilen stehen bleibend, um mit dem Stock in den Sand eine Figur zu zeichnen.

In seinem gastfreien Hause fanden sich viele junge Leute zusammen. — *Kirchhoff*’s Vorlesungen über mathematische Physik waren sehr sorgfältig ausgearbeitet und gewiß sehr gedankenreich. Aber sie haben auf mich nicht nachhaltig gewirkt, vielleicht gerade weil sie in der Form zu fest standen, weil man nicht das Bewußtsein hatte, daß die Gedanken in ihm selbst lebten, während er sie vortrug. — Von *Helmholtz* habe ich noch weniger gehabt. Versuchshalber bin ich wohl in seine Vorlesung gegangen, aber durch die Mangelhaftigkeit seines Vortrags abgeschreckt worden. Später, als ich längst Dozent war, habe ich einige seiner Vorlesungen nach den Stenogrammen auszuarbeiten gehabt und habe bestätigt gefunden, wie unvollkommen seine Ausdrucksweise war. Gewandtheit der Rede war ihm nicht gegeben. Besonders am Anfang der Stunde fing er immer neue Sätze an, ohne sie zu Ende zu führen. Ja, es findet sich in der Nachschrift einmal von dem verzweifelten Stenographen die Bemerkung: „murmelt zur Tafel gewendet einige unverständliche Worte“. Auch inhaltlich entgleiste er nicht selten, weil er sich augenscheinlich wenig vorbereitete. Dennoch habe ich es bereut, seine Vorlesungen nicht trotzdem gehört und durchgearbeitet zu haben. Denn trotz aller Unvollkommenheiten trugen die Stenogramme, die ich später bearbeitet habe, den Stempel seines unvergleichlichen Genies.“

Auch über die dritte Kulminationsperiode des mathematischen Unterrichts, die moderne Göttinger, bringt das Buch *Loreys* recht interessante Mitteilungen, insbesondere nach Studienerinnerungen von *O. Blumenthal* und *G. Faber* (S. 351 ff.).

W. Ahrens, Rostock i. M.

Chemische Mitteilungen.

Über die kolorimetrische Bestimmung des Azetylens hat *A. Schulze* nähere Untersuchungen angestellt und eine Methode ausgearbeitet, die noch 0,001 cem Azetylen mit Sicherheit nachzuweisen gestattet. Er leitet das Gas durch eine nach der Vorschrift von *Hosvay* hergestellte farblose Kupferlösung, die durch Azetylen rot gefärbt wird. Selbst Spuren von Azetylen kann man mit dieser Lösung sehr deutlich nachweisen, indem man das zu prüfende Gas mit einigen Kubikzentimetern der Lösung schüttelt. Sind Spuren von Azetylen vorhanden, so erhält man mindestens eine Rosafärbung. Um schließlich Azetylenausströmungen bzw. den Azetylengehalt der Luft in einem Raume zu ermitteln, kann man auch Filtrierpapierstreifen verwenden, die frisch mit der Kupferlösung getränkt sind. Um diese Rotfärbung nun zur quantitativen Azetylenbestimmung zu verwenden, verfuhr Verfasser folgendermaßen: Durch ein Reagenzglas, das 5 cem der Kupferlösung enthielt, wurde mittels eines Kapillarrohres und einer *Hempelbürette* so lange eine bestimmte Menge des Gas-Luftgemisches hindurchgesaugt, bis eine bestimmte Rotfärbung erzielt war. Diese wurde mit einer gleichen Färbung verglichen, die durch eine bestimmte Anzahl Kubikzentimeter eines Gas-Luftgemisches mit bekanntem Azetylengehalt (z. B. 1 %) erhalten wurde. Die Kupferlösung stellt man her, indem man in einem 50 cem fassenden Meßkölbchen 0,75 g Cuprichlorid und 1,5 g Chlorammonium in wenig Wasser löst, dann 3 cem 20-prozentiges Ammoniak und 2,5 g Hydroxylaminchlorhydrat zusetzt, umschüttelt, 6 cem einer 2- bis 3-prozentigen Gelatine-lösung zufügt und schließlich mit Wasser auf 50 cem auffüllt. Der Zusatz von Gelatine verhindert das

Auslocken des roten Azetylenkupfers und ermöglicht so die Herstellung haltbarer Vergleichslösungen, die 3 Tage lang unverändert bleiben. Für die quantitative Bestimmung des Azetylen empfiehlt es sich jedoch, die Lösung täglich frisch zu bereiten. Die Methode eignet sich auch zur Bestimmung des Azetylen in Lösungen, z. B. in Wasser, jedoch ist sie in diesem Falle erheblich weniger empfindlich. (*Zeitschr. angew. Chem.* 1916, Bd. 1, S. 341—342.)

Ölgewinnung aus Steinobstkernen. Die Gewinnung von Öl aus den Steinobstkernen hat sich in Friedenszeiten bei uns nicht gelohnt, da das Öl aus den ausländischen Ölsaaten auf einfachere und billigere Weise gewonnen werden konnte. Die infolge des Krieges eingetretene Fettknappheit ließ es jedoch als wünschenswert erscheinen, auch diese Ölquelle nutzbar zu machen, wie dies in früherer Zeit schon in einigen Kleinbetrieben geschehen ist. Die im Sommer 1915 zuerst durchgeführte Sammlung der Steinobstkerne ist wenig umfassend gewesen und hatte nicht den gewünschten Erfolg, hauptsächlich deshalb, weil kein wirtschaftlich durchführbares Verfahren bekannt war, um die Ölkerne von dem großen Anteil an wertlosen Schalen (70 bis 90 %) zu trennen. Mit dieser Frage hat sich Dr. *Alpers* beschäftigt und ein neues Verfahren zur Trennung der Ölkerne von den harten Schalen gefunden. Er zeigt zunächst, daß wir bei einer guten Obsternte aus den Steinfrüchten mehrere Millionen Kilogramm Öl im Jahre gewinnen können. Das Gewichtsverhältnis der Ölkerne zu den Steinen der verschiedenen Obstsorten ist folgendes:

Kirschsteine geben etwa	30 % Ölkerne,
Pflaumen- und Zwetschensteine	15 % „
Aprikosensteine etwa	25 % „
Pfirsichsteine etwa	7 % „
Diese Kerne enthalten bei	
Kirschen	36 % Öl,
Pflaumen	42 % „
Pfirsichen und Aprikosen	47 % „

Es kam nun darauf an, ein Verfahren zu finden, das die Trennung der Kerne von den Schalen auf wirtschaftliche Weise ermöglicht, damit die hohen Frachtkosten für die Schalen gespart und die Ölkerne in jeder Ölmühle durch Pressen verarbeitet werden können. Es wurde eine Fabrik ausfindig gemacht, die Maschinen zum Aufknacken der Steine herstellt; derartige Maschinen waren bisher in Deutschland nicht in Gebrauch, wohl aber waren sie zum Schälen von Haselnüssen und zum Aufknacken von Mandeln bereits aus Ausland geliefert worden. Die Trennung der Ölkerne von den zerbrochenen Schalen gelang mit Hilfe von Sortiermaschinen. Es wurde aber noch ein einfacherer Weg zur Ausführung dieser Trennung gefunden. Da nämlich das spezif. Gewicht von Pflaumenölkernen 1,05 beträgt, das der Steinschale aber etwa 1,18, und da dieses Verhältnis bei den anderen Steinobstsorten ähnlich ist, war es möglich, mit Hilfe einer Chlormagnesiumlösung vom spezif. Gewicht 1,15 die Ölkerne von den Steinschalen fast vollständig zu trennen. Die Ölkerne schwimmen in der genannten Lösung oben auf, so daß sie abgeschöpft werden können, worauf sie gewaschen und getrocknet werden. Ein Versuch mit 87 kg Pflaumen- und Zwetschensteinen hatte ein gutes Ergebnis und zeigte, daß das Verfahren im großen durchgeführt werden kann. Die erforderliche Chlormagnesiumlösung kann zu billigem Preise von unseren Kaliwerken bezogen werden; auch die sonstigen Apparate sind mit nicht sehr hohen Kosten zu beschaffen. Wegen des Amygdalingehaltes

der Ölkerne werden voraussichtlich gewisse Vorsichtsmaßregeln bei einem Großbetrieb erforderlich werden, um eine Gesundheitsschädigung der Arbeiter durch Blausäurebildung aus dem Amygdalin zu verhüten; dies gilt namentlich für den Betrieb der Trockenböden. Aus den nach dem neuen Verfahren gewonnenen Pflaumenkernen konnte ein Öl gepreßt werden, das mild und angenehm schmeckte, jedoch kräftig nach Bittermandelöl roch. Durch Abblasen des Öles mit Wasserdampf ließ sich dieser Geruch leicht beseitigen, ohne daß das Öl hierbei litt. (*Chemiker-Zeitung* 1916, S. 645—646.)

Zur Kenntnis des Innenkegels der Bunsenflamme.

L. Ubbelohde und *E. Koelliker* erörtern die physikalischen Vorgänge im Innenkegel und geben eine Erklärung für die eigentümliche Kegelform auf Grund der parabolischen Geschwindigkeitsverteilung im Brennerrohr. Weiter wurde der Einfluß des Druckes auf die Erscheinungen in der Bunsenflamme untersucht. Diese Versuche wurden mit Kohlenoxyd, Wasserstoff, Methan (Erdgas von Neuengamme), gelöstem Azetylen sowie Benzol- und Benzindampf in Mischung mit Luft ausgeführt. Die angewandten Drucke betrugen bis zu 4 at, beim Azetylen dagegen wegen der Explosionsgefahr nur bis 2 at. Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Flammentemperatur wird unter Druck erhöht, da die unvollkommene Verbrennung in der Fläche des Innenkegels mit steigendem Druck zurückgedrängt und die Einstellung des Gleichgewichtes besser wird. Die Entzündungsgeschwindigkeit der Gase und Dämpfe nimmt oberhalb 1 at abs. mit steigendem Druck ab, und zwar ist diese Abnahme für jedes Gas und jeden Dampf verschieden. (*Journ. f. Gasbeleuchtg.* 1916, Bd. 59, S. 49—57, 65—69, 82—86, 98—104.)

Über die Geschmacksgrenze für die Beimischung von Salzen zu Trinkwasser. *W. Marzahn* berichtet über Versuche, die in der Kgl. Landesanstalt für Wasserhygiene zu Berlin-Dahlem ausgeführt wurden, um die zulässige Versalzung eines Trinkwassers durch Kaliendlauge festzustellen. Die in 6 Versuchsreihen mit einer größeren Zahl von Personen angestellten Geschmackprüfungen bestätigten im allgemeinen die von *Vogel* angegebene Grenzzahl für den Geschmack von Kaliendlauge, nämlich 168 mg Magnesiumchlorid in 1 Liter. Weiter zeigte sich, daß der Einfluß der Temperatur auf den Geschmack des Wassers bei stark salzhaltigen Wässern sich in erhöhtem Maße bemerkbar macht. Gewöhnliches Trinkwasser von mehr als 14° C. wurde von der Mehrzahl der Versuchspersonen als unschmackhaft bezeichnet. Der Härtegrad eines Wassers ist durch den Geschmack nicht festzustellen, vielmehr empfindet man beim Schmecken nur den Geschmack der härtegebenden Salze. Jüngere Personen haben schärfere Geschmacksempfindungen als ältere, bei starken Rauchern sind diese Empfindungen sehr abgestumpft. (*Journ. f. Gasbeleuchtg. und Wasserversorgg.* 1916, Bd. 59, S. 77—78.)

Über die Sterilisation des Wassers nach dem Chlorgasverfahren berichtet Regierungsbaumeister *W. Bach* im *Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung* 1916, S. 118. Die ersten Versuche zur Sterilisation von Trinkwasser durch Chlorgas hat der amerikanische Militärarzt *Darnall* angestellt und gefunden, daß für Flußwasser 0,5 mg, für reines Seewasser 0,4 mg Chlor auf 1 Liter zur Sterilisation genügen. Die Einwirkung des Chlors geht äußerst rasch vor sich und, sofern der Chlorzusatz 2 mg auf 1 Liter nicht übersteigt, ist ein Geschmack oder Geruch des Wassers nach Chlor ganz ausgeschlossen. Gegenüber dem Chlorkalk-

verfahren hat das neue Verfahren eine Reihe von Vorzügen: Reinheit des Gases und stets gleiche Zusammensetzung, stärkere Desinfektionswirkung (1 kg flüssiges Chlor entspricht etwa 8 kg Chlorkalk), Geschmack- und Geruchlosigkeit des behandelten Wassers, Lagerbeständigkeit des Chlors, kleine und einfache Apparatur, daher geringe Anlagekosten und billiger Betrieb. Der Chlorgas-Sterilisierungsapparat wird von der „Triton“-G. m. b. H. in Berlin in vier Größen gebaut und besteht aus einer oder mehreren Stahlflaschen mit je 45 kg flüssigem Chlor, einem Dosierungsapparat zum Vergasen von 0,5–5 kg Chlor in der Stunde, einem Absorptionsturm aus Hartgummi und den zugehörigen Verbindungsleitungen. In dem mit Koks gefüllten Turm, der 1,85–2,45 m hoch ist, rieselt dem unten eintretenden Gase Wasser von oben entgegen; zur Absorption der aus 1 kg flüssigem Chlor erhaltenen Gasmenge sind etwa 170 Liter Wasser nötig. Der Zusatz des so hergestellten Chlorwassers zum Rohwasser erfolgt durch Einleiten in einen Sammelbehälter oder durch Einpumpen in die Druckleitung. Im Mittel können mit 1 kg Chlor 8000 ccm Wasser sterilisiert werden, die genaue Menge muß in jedem einzelnen Falle durch Versuche festgestellt werden. Die Keimzahl des Wassers wird dabei um 95–100 % herabgesetzt. Für eine Anlage von 10 000 ccm Tagesleistung betragen die Baukosten etwa 6000 M., die Betriebskosten einschl. Verzinsung und Tilgung $\frac{1}{2}$ Pf. für 1 ccm. Das Verfahren ist auch zur Desinfektion von Abwässern geeignet.

Studien über die Absorption von Sauerstoff in alkalischen Lösungen. Im Anschluß an seine frühere Veröffentlichung, wonach das Oxyhydrochinon ein brauchbares Absorptionsmittel für Sauerstoff darstellt (vgl. diese Zeitschr. 1916, S. 119), hat *F. Henrich* in Gemeinschaft mit *K. Kuhn* systematische Studien über die Absorption von Sauerstoff in alkalischen Lösungen angestellt; die Versuche erstreckten sich auf Natriumhydrosulfit, Pyrogallol und Oxyhydrochinon. Von den Ergebnissen, die im Original in mehreren Tabellen dargestellt sind, sei hier nur folgendes erwähnt: Als günstigste Zusammensetzung der Hydrosulfitlösung ergab sich die Verwendung von 1 Mol. Hydrosulfit auf 2 Mol. Kaliumhydroxyd. Diese Lösung absorbierte nach 3 Minuten langem Schütteln 100 ccm Sauerstoff vollständig. Mit steigendem Alkaligehalt nimmt die Absorptionsgeschwindigkeit ab. Bei dem Pyrogallol wurde zunächst die Angabe von *Weyl* bestätigt, daß es für Kalilauge sowie für Natronlauge je eine bestimmte Konzentration gibt, bei der diese Stoffe in Verbindung mit Pyrogallol Sauerstoff gleich schnell absorbieren. Weitere Versuche mit molekularen Mengen Pyrogallol und Alkali zeigten, daß auch hier die Verwendung einer 1 Mol. Pyrogallol auf 2 Mol. Kalilauge enthaltenden Lösung die besten Ergebnisse liefert. Für die Absorption hochprozentigen Sauerstoffs ist jedoch ein höherer Alkaligehalt erforderlich, um die Bildung von Kohlenoxyd zu verhindern; am besten benutzt man in diesem Falle eine Lösung nach der Vorschrift von *Hempel*, nämlich 1 Vol. 25 prozentiger Pyrogallollösung und 6 Vol. 60 prozentiger Kalilauge. Für das Oxyhydrochinon schließlich wurde festgestellt, daß eine Lösung, die auf 1 Mol. Triacetyloxyhydrochinon etwas mehr als 6 Mol. Kalilauge enthält, am geeignetsten ist. Eine Lösung von 20 g Triacetyloxyhydrochinon und 40 g Kaliumhydroxyd in 80 ccm Wasser absorbierte 100 ccm Sauerstoff nach 1 bis 2 Minuten langem Schütteln; das Oxyhydrochinon steht also dem Pyrogallol in keiner Weise nach. Die Abhandlung enthält auch interessante geschichtliche Angaben über

die Verwendung des Pyrogallols in der Gasanalyse. (*Zeitschr. f. angew. Chem.* 1916, Bd. I, S. 149–153.)

Der Farbstoff des Weins, das Ünin, ist nach *Willstätter* das Monoglukosid eines Dimethyldelphinidins. Nach *Gautiers* Untersuchungen, die 1878 veröffentlicht wurden und die er 1911 von neuem erörtert hat, sollen eine ganze Reihe von Weinfarbstoffen existieren, die als isolog bezeichnet wurden. Es soll sogar jede Rasse der Art *Vitis vinifera* — man kennt etwa 2000 solcher Rassen — ein besonderes Pigment enthalten. *Willstätter* hatte diese Angaben, die sich auf die Analyse von amorphen Präparaten von zweifelhafter Reinheit bezogen, schon früher bezweifelt, da die Möglichkeiten, welche die Ableitung des Ünins von der Muttersubstanz Delphinidin gestatten, recht beschränkte sind. Es waren nur geringfügige Differenzen in der Methylierung des Delphinidins oder in der Bindung des Anthocyandins an den Zucker zu erwarten. Diese Erwartungen haben sich in den neuen Versuchen auch bestätigt. Das eigentliche Ünin wird von einer kleinen Menge — in einem einzigen Falle wurden bisher bis 10 % gefunden — des zuckerfreien Farbstoffs, des Ünidins, begleitet. Andererseits war der Weinfarbstoff von einer ebenfalls nur einige wenige Prozente betragenden Menge des entsprechenden Diglukosids begleitet. Beim Vergleich verschiedener Traubensorten sind Unterschiede hinsichtlich der Eigenschaften des darin enthaltenen Ünins bisher nicht nachzuweisen gewesen. Solche traten erst auf, als verwandte Pflanzen untersucht wurden. So sind die Farbstoffe von *Vitis riparia* Michx. und des wilden Weins (*Ampelopsis quinquefolia*) Abkömmlinge von Monomethyläthern des Delphinidins. Aber sie werden von Dimethyläthern begleitet, während umgekehrt auch das Ünin von *Vitis vinifera* einen Monomethyläther einschließt, ein Anthocyanidin, das als *Ampelopsidin* bezeichnet wurde. Nachdem also selbst in den dem Wein nur verwandten Pflanzen sehr geringe Unterschiede gegenüber den bisher untersuchten Weinsorten nachgewiesen wurden, erscheint es sehr unwahrscheinlich, beim Wein selbst auf größere Differenzen zu stoßen. Ein anderes Anthocyan als in den Früchten trifft man indessen in den Blättern dieser Pflanzen an. Das schöne herbstliche Rot des wilden Weins wird nicht durch eine Verbindung des Delphinidins, sondern durch ein Glukosid des sauerstoffärmeren Cyanidins bedingt.

G. T.

Ammoniumbikarbonat ein vorzügliches Backpulver. Nach *Fornet* (*Zeitschrift für das gesamte Getreidewesen*, 1916, Nr. 3, S. 32–34) ist das Ammoniumbikarbonat ein Backpulver-Ersatz, der an Wirkung das Hirschhornsalz wesentlich übertrifft. Um die bei der Hefegärung notwendig eintretenden erheblichen Verluste an Mehl (etwa 2–3 %) zu vermeiden, wurde vorgeschlagen, Backpulver ganz allgemein als Treibmittel zu verwenden. Das Wirksame ist die freiverwendende Kohlensäure. Daß sich die Backpulver in den Betrieben für Weißgebäck nicht haben durchsetzen können, zeigt indessen schlagend, wie trotz der Stoffverluste an Mehl die Hefegärung beim Weißgebäck allein maßgebend für uns ist. Dagegen ist bekanntlich für die Kuchenteiglockerung die Verwendung von Backpulvern gesetzlich vorgeschrieben. Das bisher als Backpulver meist übliche Hirschhornsalz ist ein Gemenge von karbaminsaurem und kohlen-saurem Ammonium. Bei vergleichenden Backversuchen zeigte sich eine bedeutende Überlegenheit des reinen doppelkohlen-sauren Ammoniaks als Backpulver gegenüber dem bisher meist gebräuchlichen Hirschhornsalze. B. H.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band 34, Heft 10, 1916.

Über eine gallenartige Bildung an *Antrophyum semicostatum* Bl.; von K. Giesenhausen. (Mit 1 Tafel und 1 Abbildung im Text.) Am Rande des Farnwedels sind Gewebetaschen entstanden, aus denen je ein Insektenei zur Hälfte herausragt. Die Taschenbildung und die unveränderte Ausbildung des Schwammgewebes berechtigen dazu, das Gebilde als Galle zu bezeichnen, wenn auch keine ernährungsphysiologischen Beziehungen zwischen dem Gallenerreger und dem Pflanzengewebe erkennbar sind.

Einige Gesichtspunkte zur Technik und Verwertung der Schattenbilder; von Einar Naumann. (Mit 3 Abbildungen im Text.) Bekanntlich kann man von verschiedenen Gegenständen (z. B. höheren Pflanzen) sehr einfache photographische Abbildungen durch deren direktes Kopieren auf lichtempfindlichem Papier darstellen. Die so erhaltenen Bilder sind aber selbstverständlich Negative. Der Verfasser bespricht in seiner oben angeführten Mitteilung die verschiedenen Möglichkeiten, davon Kopien in Positiv herzustellen. Es dürfte sich dabei im allgemeinen empfehlen, das zuerst erhaltene „Schattenbild“ unter Anwendung einer Kamera auf einem anderen Gaslichtpapier zu photographieren, wobei auch eine ganz beliebige Verkleinerung bzw. Vergrößerung durchgeführt werden kann. — Andere Verfahrensarten werden auch besprochen. — Apparatur.

Über die Anwendung der Aufhellmethoden in der Technik der Schattenbildphotographie; von Einar Naumann. (Mit 2 Abbildungen im Text.) Die auf Gaslichtpapier direkt dargestellten Schattenbilder (vergl. oben) von Blättern usw. sind zwar von einer vorzüglichen Schärfe, geben aber leider von den feineren Details (z. B. der Blätternervatur) nichts. Es läßt sich aber dies durch eine Vorbehandlung mit einem kräftigen Aufhellmittel, wie z. B. flüssige Karbolsäure, sehr wohl durchführen. Tatsächlich sind die so erhaltenen Bilder zumal viel besser in Details durchgearbeitet, als wie dies bei einer gewöhnlichen photographischen Darstellung möglich ist.

Über die geotropischen Reaktionen unserer Mistel (*Viscum album* L.); von E. Heinricher. (Mit 1 Tafel und 3 Abbildungen im Text.) Von der Mistel ist noch heute die irrtümliche Meinung verbreitet, daß sie für den Schwerkraft keine Empfindlichkeit besitze. Der Verf. wies aber schon 1913 nach, daß die Frühjahrstriebe stets eine negativ geotrope Aufkrümmung vollführen, die allerdings vorübergehend ist und bald durch Nutationskrümmungen abgelöst wird. In einer an anderem Orte erscheinenden Studie führt er den Beweis, daß auch das Hypokotyl des Keimlings negativ geotropisch reagiert. In der vorliegenden Abhandlung aber zeigt er, daß bei den Hauptachsen der Misteln auch dauernde geotropische Aufkrümmungen häufig feststellbar sind. Sie treten insbesondere an Pflanzen gut hervor, die sich an dem \pm senkrechten Hauptstamm eines Wirtbaumes entwickelten. Solche Misteln werden in photographischen Aufnahmen wiedergegeben. Auch wird hervorgehoben, daß in der Empfindlichkeit für den Licht- und den Schwerkraft bei den Misteln individuelle Schwankungen vorhanden sind.

Das Abschleudern der männlichen Blüten bei *Mercurialis*; von R. v. Wettstein. (Mit 1 Tafel und 2 Abbild. im Text.)

Die Temperaturabhängigkeit der Plasmaviskosität; von Friedl und Gisela Weber. Die mit Hilfe der Methode Heilbronn's (Messung der Fallzeit der Stathenstärke) ermittelte Viskosität des Plasmas von Stärkescheidenzellen von *Phaseolus multiflorus* nimmt mit steigender Temperatur ab. Der Temperaturkoeffizient Q_{10} liegt zwischen 1 und 2 und nimmt ebenfalls mit steigender Temperatur ab. Die Plasmaviskosität ist thermostabil.

Beiträge zur Theorie des Vegetationspunktes; von Otto Schüpp. (Mit 1 Doppeltafel und 4 Abbild. im Text.) Am Beispiel der Blüte von *Lathyrus latifolius* wird gezeigt, daß bei Bildung der Organanlagen die Oberflächen-Meristemsschichten als Ganzes gefaltet werden. — Übersicht über die möglichen Beziehungen zwischen Flächenwachstum einer Hautschicht, Volumenzuwachs des ganzen Körpers und Formwechsel desselben. Je nach den quantitativen Beziehungen von Oberflächen und Volumenwachstum ergibt sich „Überwiegen des Oberflächenwachstums“ (zunehmende Gliederung), „Gleichgewicht“ (Wachstum ohne Formwechsel möglich) oder „Überwiegen des Volumenwachstums“ (abnehmende Gliederung). Der Vegetationspunkt der Angiospermen zeigt überwiegendes Wachstum der Oberflächenschichten.

Die tauben Samen der *Oenotheren*; von O. Renner.

Eine Mendelsche Erklärung der Verlustmutanten; von N. Heribert-Nilsson. Eine Erklärung der Verlustmutanten als eine Art von Neukombinationen einer Mendelschen Spaltung ist theoretisch erzielbar durch die Annahme, daß die verlustmutierenden Linien zwei polymere Eigenschaften enthalten, die außerdem eine Reduplikation 1: 63: 63: 1 oder eine noch höhere zeigen. Durch diese Annahme erhält man eine zwanglose Erklärung aller Tatsachen, die gegen Mendelspaltung als die Ursache der Verlustmutanten zu sprechen scheinen, nämlich, daß sie in sehr geringem Prozentsatz auftreten, in scheinbar reinen Linien hervorgehen und daß sie mit der Mutterlinie gekreuzt monomer spalten. Die Mutterlinie ist nämlich keine reine Linie, sondern eine Population, wie näher auseinandergesetzt wird.

Über die Verteilung der Spaltöffnungen in Beziehung zur Schlafstellung der Blätter; von Margarete Erban. Die Verteilung der Spaltöffnungen bei dem biologischen Typus der schlafenden Pflanzen wurde an zahlreichen Objekten verschiedener Arten untersucht, um eventuelle Beziehungen zu der individuellen Schlafstellung festzustellen und im Anschluß eine teilweise Begründung und Erklärung des Pflanzenschlafs abzuleiten. Es zeigte sich, daß im allgemeinen die Spaltöffnungen nur oder in überwiegender Zahl auf die im Schlaf geschützten Blattflächen konzentriert sind; in Einzelfällen war auch eine auffallende Lokalisierung der Stomata auf bestimmte, gut geschützte Teile der Blattfläche zu bemerken. — Die Schlafstellung der Blätter bezweckt wahrscheinlich den speziellen Schutz der Spaltöffnungen gegen Betauung und Infiltration.

Über einen Fund von hallstattzeitlichen Roggenfrüchten in Mitteldeutschland; von Aug. Schulz. (Mit 4 Abbild. im Text.) Der Roggen tritt in Deutschland als Kulturpflanze zuerst in der Hallstattzeit auf. Bisher waren sichere hallstattzeitliche Reste von ihm nur aus Schlesien und der sächsischen Oberlausitz bekannt. Vor kurzem sind aber auch in der Gegend von Merseburg (Provinz Sachsen) in einer hallstattzeitlichen Wohngrube Roggenfrüchte gefunden worden, die vom Verfasser beschrieben und abgebildet werden.

Zur Cytologie und systematischen Stellung von *Porphyridium cruentum*; von M. Staehelin. (Mit 1 Abbild. im Text.) *Porphyridium cruentum* muß entschieden zu den Cyanophyceen gestellt werden, da es einen geschlossen dosenförmigen Chromatophoren enthält, wie alle bekannten Cyanophyceen. Ein Kern ist nicht festzustellen, wohl aber ein Zentralkörper, in dem Anabaeninkörner eingelagert sind, diese verhalten sich gleich wie die Körner, die A. Fischer feststellte; durch Hydrolyse werden sie partiell in Glykogen, durch Autolyse vollständig herausgelöst. *Porphyridium* kann in die Aphanocapsagruppe gestellt werden.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band 35, Heft 1, 1917.

(Ausgegeben am 22. Februar 1917.)

Zur Ansteckung der Gerste durch *Ustilago nuda*; von Wilhelm Lang. Die Ansteckung erfolgt beim

Gerstenflugbrand ähnlich wie beim Weizenflugbrand zur Blütezeit am jungen Fruchtknoten. Während aber beim Weizen die Pilzhypen nur durch die Narbe in das Fruchtknoteninnere und weiter zum Embryo — dem Überwinterungsort — gelangen können, vermögen die Keimfäden von *U. nuda* außer auf diesem Wege auch an dem unteren Teil des Fruchtknotens durch die Fruchtknotenwand, die Integument- und Kleberschicht zum Endosperm und weiter zum Embryo vorzudringen. Die Hypen dringen häufig in die Zellen ein; dadurch sterben in der Fruchtknotenwand ganze Zellgruppen ab, während später eine Schädigung nicht mehr wahrgenommen wird.

Ligustrum vulgare mut. *ebbingense*; von Theo J. Stomps. (Mit 1 Abbildung im Text.)

Zur Giftwirkung der Morchel, *Gyromitra esculenta* (Pers.), veröffentlicht G. Dittrich neue Fälle schwerer, zum Teil tödlicher Erkrankung und Fütterungsversuche an Meerschweinchen. Er kommt dabei zu der Ansicht, daß dem wiederholten Genuß von Morcheln in kurzer Zwischenzeit eine besonders schädliche Bedeutung beizumessen ist, und daß manche Personen dauernd oder vorübergehend empfindlicher gegen die Giftwirkung sind. Der Buchername Lorchel für diesen Pilz wird als unvolkstümlich und irreführend abgelehnt.

Eine neue Pilzkrankheit an *Ulmus montana*; von Wilhelm Lang. Die einjährigen Triebe der Bergulme zeigen im Juli-August ein plötzliches Welken und Absterben. Die Krankheit wird durch einen bisher unbekannten Pilz, *Sphaeropsis nervisequa* Lang, verursacht. Es ist ein Wundparasit, der an einer verletzten Stelle in das Blatt eindringt und „den Nerven folgend“ innerhalb kurzer Zeit in den Zweig übertritt. Hat er an der Eintrittsstelle die Rinde im ganzen Umfang getötet, so beginnt der Zweig von da bis zur Spitze zu welken. Schon wenige Wochen später treten auf der Rinde des abgestorbenen Zweigstückes die ersten Pykniden auf.

Zur Biologie von *Corynespora Melonis* (Cooke) Lindau; von Wilhelm Lang. Die *Corynespora Melonis*, der Erreger des Blattbrandes der Gurken, hat an den Warmhauskulturen in den letzten Jahren große Verheerungen angerichtet. Die bekannten chemischen Vorbeugungsmittel haben versagt. Die Kultur des Pilzes hat ergeben, daß hohe Temperatur (30° C) die Sporenbildung und damit die Ausbreitung der Krankheit außerordentlich begünstigt. Die Keimung der Sporen und damit die Ansteckung kann aber nur erfolgen, wenn Wasser in tropfbar flüssigem Zustand vorhanden ist. Bei geeigneter Regelung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit gelingt es ohne große Mühe, die Kulturen gesund zu erhalten.

Über die Stärkebildung im Spektrum; von A. Ursprung. (Mit 1 Tafel und 1 Abbildung im Text.) Mit Prismen und Gittern wurde das Spektrum verschiedener Lichtquellen auf Blätter (meist von *Phaseolus*) projiziert und die Stärkebildung in den verschiedenen Wellenlängen mit der Jodreaktion geprüft. Der Bezirk, innerhalb welchem Stärke gebildet wird, ist verschieden lang, je nach der Expositionsdauer und der Natur der Lichtquelle. Die Schwärzung beginnt im Osram-, Bogen- und Sonnenlicht bei BC und dehnt sich mit zunehmender Exposition nach beiden Seiten, hauptsächlich gegen Violett aus. Die äußerste rote Grenze liegt bei ca. 760 μ ; im Infrarot wird also keine Stärke gebildet. Die äußerste violette Grenze liegt im violettarmen Osramlicht innerhalb des sichtbaren Bezirkes, bei der Sonne wurde sie bei ca. 342 μ , im Bogenlicht bei ca. 330 μ beobachtet. In Sonne und Bogen ist also nicht nur im gesamten sichtbaren, sondern auch in einem bedeutenden Teil des ultravioletten Spektrums Stärkebildung möglich. Bei noch länger dauernder Belichtung geht die Schwärzung von BC allmählich wieder zurück. Die Ursache dieser — Solarisation genannten — Erscheinung liegt in der Inaktivierung der Chloroplasten. Neben dem Haupt-

maximum bei BC zeigt das Bogenspektrogramm noch 2 Nebenmaxima im Violett und Ultraviolett, die den Cyanbanden entsprechen. Aus den Schwärzungskurven folgt, daß in der Sonne die Ordinaten im Blau und Violett ebenso lang werden können, wie im Rot. Die relative Stärkeproduktion durch Blau und Violett ist im blauen Himmelslicht stärker als im Licht weißer Wolken und hier wieder stärker als in der direkten Sonne. — Sonnenlicht, welches ein Bohnenblatt passiert hat, vermag in einem dahinter liegenden Bohnenblatt reichlich Stärke zu bilden.

Jod, ein brauchbares mikrochemisches Reagens für Gerbstoffe, insbesondere zur Darstellung des Zusammenhanges der Verteilung von Gerbstoff und Stärke in pflanzlichen Geweben; von Adolf Sperlich.

Über die asiatische Meliaceen-Gattung *Munronia* Wight und eine verwandte südafrikanische Gattung; von H. Harms. (Mit 1 Abbildung im Text.) Die nur niedrige Kräuter oder Halbsträucher umfassende indisch-malayische Gattung *Munronia* Wight wird gegenüber der verwandten größeren Gattung *Turraea* etwas anders abgegrenzt als bisher, indem drei sonst zu *Turraea* gerechnete Arten der Philippinen und Javas jetzt wegen ihres niedrigen Wuchses zu *Munronia* gestellt werden. Im südlichen Kapland kommt eine eigenartige neue Gattung, *Nurmonia pulchella* Harms, vor, die eine Mittelstellung zwischen *Munronia* und *Turraea* einnimmt.

Zeitschrift für Botanik; Jahrgang 8, Heft 9, 1916.

Die Entwicklungsgeschichte und die systematische Stellung von *Bonnemaisonia asparagoides* (Woodr.) Ag. nebst einigen Worten über den Generationswechsel der Algen; von H. Kylin. Der Verf. hat die Entwicklung der Karpogonäste und der Geminoblasten genau untersucht, und auf Grund dieser Untersuchung feststellen können, daß die gegenwärtige Placierung von *Bonnemaisonia* im Systeme der Florideen nicht zutrifft. In der Literatur wird behauptet, daß die Familie *Bonnemaisoniaceae* einen Übergang zwischen *Sphaerococcaceae* und *Rhodomelaceae* bildet. Der Verf. hat aber nachgewiesen, daß *Bonnemaisonia* mit den Gattungen *Wrangelia*, *Naecaria* und *Atractophne* am nächsten verwandt ist. Der Verf. unterscheidet zwischen einem morphologischen und einem zytologischen Generationswechsel. Dieser letztere ist aber besser als ein Phasenwechsel zu bezeichnen. Dem Verf. nach muß man einerseits zwischen geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Generationen (Gametophyten und Sporophyten), anderseits zwischen haploiden und diploiden Phasen unterscheiden.

Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik; Band 57, Heft 2, 1916.

Wirkung der Schwerkraft auf die Plasmaviskosität; von G. und F. Weber. Jede Veränderung einer gewöhnlichen Lage ruft in den Zellen der Stärkescheide von *Phaseolus multiflorus* einen Reizeffekt hervor, der in der Abnahme des Viskositätsgrades des Plasmas besteht (geoviskosische Reaktion). In der geotropischen Reizlage äußert sich der geoviskosische Effekt auf den antagonistischen Flanken gleichsinnig aber quantitativ ungleich. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Viskositätsänderung mit der geotropischen Reaktion in einem kausalen Zusammenhang steht und nur ein früheres Glied der geotropischen Reizkette darstellt.

Experimentelle Untersuchungen über das Wesen und die Verbreitung der Kontaktreizbarkeit; von P. Stark. Die Kontaktreizbarkeit (Berührungsempfindlichkeit) ist eine im Pflanzenreich allgemein verbreitete Eigenschaft. Sie läßt sich bei den verschiedensten Pflanzenarten und Pflanzenorganen nachweisen und äußert sich in positiven Krümmungen, die sich vielfach spitzwärts und basalwärts von dem Reizort ausbreiten (oft über 1 dm). Wirksam ist aber nicht nur das Reiben mit Kork- und Gelatinestäbchen, son-

dem auch der Anprall eines feinen Wasserstrahls. Bei verschieden starker Reizung opponierter Flächen erwies sich das Webersche Gesetz als gültig.

**Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie;
Band 33, Heft 1, 1916.**

Praktische Vorrichtungen am Mikroskopstativ bei der Zählung der Blutelemente; von G. C. von Walsem. Die Zählung der Blutelemente wird in bedeutendem Grade zu einer angenehmeren Aufgabe gemacht, wenn man dabei die rechte Hand für die jeweilige Notierung der Zahlen stets frei behält. Der Verfasser beschreibt die von ihm verwendeten Vorrichtungen, wodurch es ermöglicht wird, daß die linke Hand ohne nennenswerten Stellungswechsel alle bei der Zählung erforderlichen Bewegungen (frontale und sagittale Verschiebungen der Zählkammer; Drehungen der Mikrometerschraube) ausführen kann. Anhangsweise beschreibt der Verf. eine modifizierte Konstruktion seines „Zähllineals“.

Die Thermoregulierung beim Paraffinbänderschneiden; von G. C. von Walsem. Der Verfasser beschreibt die von ihm seit langem verwendete Vorrichtung, um mit Gasheizung die beim Paraffinbänderschneiden äußerst wichtige Erwärmung des Messers herbeizuführen. Die Vorrichtung ist einfach und leistet alles, was man fordern kann.

**Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie;
Band 33, Heft 2, 1916.**

Über die photographische Darstellung makroskopischer anatomischer Präparate; von E. Christeller. Verfasser diskutiert die für die photographische Darstellung wissenschaftlicher makroskopischer Objekte geltenden optimalen Beleuchtungsbedingungen. Im besonderen wird dargelegt, in welcher Weise man beim Photographieren anatomischer Organpräparate, die sich in geschlossenen eckigen Sammlungsgläsern befinden, Lichtquelle und Beleuchtungswinkel wählen muß, um reflexfreie und richtig abgetönte Aufnahmen zu erzielen.

Das Konservieren und Herstellen der Gehirne und Organe als Trockenpräparate mittels Stearin in einem Konservierapparat; von Carl Rupp. Das Gehirn (oder andere Organe) wird der Leiche entnommen, in Formalin, Alkohol und Karbolxylol konserviert; hiernach wird das Präparat in einem Konservierapparat mittels flüssigem Stearin durchtränkt, dann herausgenommen und zur langsamen Erstarrung an einen kühlen Ort gebracht. Nach dieser Prozedur erweist sich das Gehirn als haltbares Trockenpräparat und Originalmodell zu Unterrichts-Demonstrationszwecken. Außerdem können diese mit Stearin konservierten Gehirne noch zur Zellfärbung (Thionin oder Methylenblau) verwandt werden. — Die Konservierung der Tiergehirne als Trockenpräparate nimmt weniger Zeit in Anspruch.

Einige Gesichtspunkte betreffs der Anwendung von Gaslichtpapieren beim Kopieren von Abbildungen in Druck oder Schrift; von Einar Naumann. Es ist eine alte Erfahrung, daß man Kopien verschiedener Abbildungen einfach in folgender Weise herstellen kann: Es wird z. B. ein Gaslichtpapier auf das zu kopierende Objekt gelegt (Schicht gegen Bildseite!), wonach die Belichtung folgt, und zwar so, daß die Lichtstrahlen erst das Gaslichtpapier durchdringen. Es resultiert hieraus ein Negativ in verkehrter Orientierung, das aber so in gewöhnlicher Weise zum Positiv umkopiert werden kann. Der Verf. gibt in seiner Mitteilung einige Hinweisungen auf die Nutzbarmachung dieses Prinzips in der Praxis der Naturwissenschaften.

Archiv für Protistenkunde; Band 37, Heft 2, 1916.

Über den Lebenszyklus von Diffugia lobostoma; von A. Goette. 1. Fortpflanzung durch amöbenartige Sporen zweierlei Art, in der Regel mit einem Restkörper (Kern und Plasmarest des Muttertieres); multiple und Einzelsporen; vergleichbar der Keimbildung der Vielzelligen. 2. Neben Plasmogamie infolge

Nahrungshunger erfolgt oft infolge eines triebmäßigen Chromatinhungers eine Kopulation der fertigen Tiere mit Aufsaugung eines passiven Kopulanten durch einen aktiven; daran schließt sich die Kopulation von Sporen oder richtige Befruchtung als Folge eines „Geschlechtshungers“.

Über die Organisation und den Teilungsvorgang des Flaschentierchens (Folliculina ampulla); von Heinrich Sahrhage. Gelegentlich eingehender Untersuchungen von Bodenprotozoen der Kieler Bucht lieferte die leider nur zu wenig bekannte Glasplattenmethode reiches lebendes Material dieser marin-kosmopolitischen gehäusebewohnenden Stentoren. Neben einem Klärungsversuch der umstrittenen Weichkörperorganisation gelang eine genaue Beobachtung des Teilungsvorgangs. Im Gegensatz zu der von Möbius behaupteten „Geburt von protozoisch unentwickelten Keimlingen“ vom sessilen Mutterindividuum handelt es sich um eine modifizierte Querteilung unter vorheriger Einschnürung des Gesamtorganismus und kugelförmiger Konzentration des perlschnurförmigen Hauptkerns. Konjugationen blieben unbekannt.

Amöbenzucht auf reinem Boden; von Rudolf Oehler. Streicht man auf eine Wasseragarplatte eine Reinzucht von Bakterien aus und beimpft dann mit Amöben, so wandern manche Amöbenarten — keineswegs alle — auf die reine Bakterienmasse über und können von da abgeimpft werden. Verwendet man abgetötete Bakterien, so erhält man eine Sterilkultur von Amöben. Diese kann verwendet werden, um die Ernährung der Amöben zu studieren. Es zeigte sich, daß die Amöben keine gelöste Nahrung aus dem Wasser aufnehmen. Nur gekörnte Nahrung kann die Zucht am Leben erhalten. Gekörnte Nahrung nicht bakterieller Art, wie Eigelb, rote Blutkörper, Milch, gab keine gedeihliche Zucht. Auch wurden einzelne Bakterienarten gefunden, welche für alle 5 untersuchten Amöbenarten unverdaulich waren. Einige Amöben verdauen Colibakterien, die bei 56° abgetötet sind, vermögen aber bei 100° abgetötete Bakterien nicht mehr zu verarbeiten. Grampositive Bakterien sind schwerer verdaulich als Gramnegative.

Undulierende Saumgeißeln bei einer grünen Flagellate; von A. Pascher. Die für eine Reihe parasitischer Flagellaten (Trypanosomen usw.) charakteristischen Saumgeißeln, die durch eine Lamelle mit dem Protoplasten verbunden sind und frei enden, wurden das erstemal auch bei einer gefärbten Monade, einer plattgedrückten viergeißeligen Volvocale gefunden, bei der zwei an den Schmalseiten stehende Geißeln mit dem Protoplasten verbunden, zwei ganz frei sind. Es handelt sich um einen Meeresorganismus, was insofern interessant ist, weil auch die anderen saumgeißeligen Flagellaten in Salzlösungen (Blut) leben.

Drei Anregungen für die Darstellung der Protistenuntersuchungen; von A. Pascher. Diese gehen dahin: Jeder Untersuchung über niedere Organismen möge eine genaue charakteristische Abbildung des behandelten Organismus im charakteristischen vegetativen Stadium beigegeben werden; in jedem schematischen Entwicklungszyklus möge das charakteristische vegetative Stadium besonders hervorgehoben werden, und außerdem möge in jedem Zyklus klar angedeutet werden, welche in der Existenz wie in der Deutung gesichert, zweifelhaft oder bloß interpoliert sei.

Notes on the specific and other characters of Amveba proteus Pallas (Leidy), A. discoides spec. nov., and A. duria spec. nov.; von A. A. Schaeffer.

Zoologischer Anzeiger; Band 48, Heft 6, 1916.

Kongsbergia materna Thor, die Nymphe der Hydracarine Hjartdalia runcinata Thor; von C. Walter. Von jeher ist die Geschichte dieser Art, einer der kleinsten Wassermilben, sehr bewegt gewesen. Die Imagines wurden innerhalb weniger Monate von drei Seiten unter drei verschiedenen Namen beschrieben. Während gewisse Forscher das Tierchen als Typus einer

neuen Gattung (*Hjartdalia*) betrachteten, verleibten es andere dem Genus *Aturus* ein. Mit Hilfe des nunmehr erkannten zweiten Jugendstadiums konnte festgestellt werden, daß dieses mit einer schon lange als *Kongsbergia materna* beschriebenen Nymphe übereinstimme. Diese weist gegenüber der Nymphe von *Aturus* so bedeutende Unterschiede auf, daß dadurch das Abtrennen des Genus *Kongsbergia* (Syn. *Hjartdalia*) von *Aturus* bedingt ist.

Eine Ameise mit totaler Eifurchung; von *Henrik Strindberg*. Die Furchung der dotterreichen Eier ist bei *Azteca* sp. eine totale, verläuft aber nicht, wie man es aus den Verhältnissen anderer Ameiseneier erwarten könnte, in der Weise, daß die Blastomeren pyramidenförmig werden und mit den Spitzen im Zentrum des Eies liegen, sondern die Furchungskerne verteilen sich zuerst gleichmäßig im Dotter, wonach die Eifurchung erfolgt, so daß das Ganze dasselbe Aussehen erhält wie ein Insektdotter nach einer sog. sekundären Dotterfurchung. Die Blastomeren sind rundlich oder etwas in die Länge gestreckt und füllen die Eischale völlig aus. Die oberflächlich liegenden scheiden eine Cuticula aus und besitzen im Gegensatz zu den tiefer befindlichen nur einen plasmatischen Inhalt (den Kern nebst einem Plasmabelag).

Über Canthocamptus tyhlops Mrazek und einige verwandte Arten; von *J. Thallwitz*. Die bisher nur unvollständig bekannte und von wenigen Fundorten gemeldete Art konnte nach Stücken beider Geschlechter, die in einem Brunnen am Löbauer Berg (Kgr. Sachsen) gefunden worden waren, mit den nächstverwandten Arten *C. pygmaeus* Sars, *C. zschokkei* Schmeil und *C. nuberi* Kessler hinsichtlich der Bedornung der Abdominalsegmente, des Baues der Schwimmfüße und des rudimentären Füßchens, des Analoperculum, der Form und Ausstattung der Furca verglichen und vollständiger charakterisiert werden, so daß die Aufstellung einer ausführlicheren Artkennzeichnung ermöglicht wurde.

Die Flügelzeichnung der Hepialiden; von *J. F. van Bemmelen*. Die Flügelzeichnung dieser primitiven Schmetterlingsfamilie liefert einen Beweis für die vom Verfasser behauptete Zusammensetzung der Zeichnung aus zwei Bestandteilen, einem primären und einem sekundären, und zeigt daneben deutlich die Weise, in der der letztere aus dem ersteren hervorgegangen ist. Die primäre Zeichnung besteht aus der regelmäßigen Wiederholung eines einzigen Zeichnungsmusters; nämlich bikonkave und bikonvexe Flecken (Sanduhr und Ellipse) miteinander abwechselnd, welche die sämtlichen Zwischenaderzellen ausfüllen, sich streng an den Aderverlauf halten, aber innerhalb der Diskoidalzelle und entlang den Flügelrändern mehr oder weniger von der ursprünglichen Regelmäßigkeit und Einförmigkeit abweichen. Die sekundäre ist entstanden durch die abweichende Ausbildung erstens dieser Randflecken, zweitens von fünf Querreihen der Sanduhrflecken mit den beiden angrenzenden Ketten der Ellipse.

Zoologischer Anzeiger; Band 48, Heft 7, 1916.

Teilung und Tod der Einzelligen; von *W. Wedekind*. *Wedekind* sucht den bekannten Beweis *Weismanns* zu entkräften, daß die Einzelligen potentiell unsterblich seien. Auch die Einzelligen teilen sich nicht in 2 völlig gleiche Teile, sondern ein Unterschied der beiden Hälften sei stets vorhanden. Eine ganz gleiche Teilung sei nur ein gedachter finis, usque ad quem die Teilung gehen könne, eine Grenze, die jedoch nie erreicht wird. Man muß daher auch bei Teilung der Einzelligen stets eine Mutter und eine Tochter annehmen, und die Mutter geht ebenso an Altersschwäche zugrunde wie bei den Mehrzelligen. Somit ist also der Tod nicht eine sekundär erworbene Eigenschaft der Mehrzelligen, sondern eine Ureigenschaft alles Lebendigen.

Wedekind hat also die durch *Weismanns* blendende Logik künstlich zerrissene Einheit alles organischen Lebens durch seine nicht blendende, aber dafür um so richtigere Logik wiederhergestellt. Zuletzt weist *W.* darauf hin, wie wir uns das Wesen des Lebens vorstellen können. In allem Organischen stecke eine zweipolige Urkraft, der Sexualismus, der das Wachstum und die Fortpflanzung hervorruft und der schließlich als gekreuzte Geschlechtsvererbung auch das Geschlechtsproblem beim Menschen und bei den höheren Tieren zur Lösung bringt.

Geographische Zeitschrift; Heft 11, November 1916.

Deutschlands bergwirtschaftlich-geographische Lage; von *Fritz Frech*.

Die Türken und das osmanische Reich, II. Teil; von *Eugen Oberhammer*.

Botanische Studienkommission des argentinischen Landwirtschaftsministeriums in die Cordillere von Nord-Patagonien; von *C. C. Hosseus*.

Die neuen Normalhöhenpunkte für Preußen; von *H. Wolff*. Durch den Abbruch der Berliner Sternwarte am Enckeplatz, in dessen Nordpfeiler der alte Normalhöhenpunkt für Preußen eingemauert war, ist ein Ersatz für diesen nötig geworden. Als solche sind im Frühjahr 1912 von der trig. Abt. der preußischen Landesaufnahme 39 km von Berlin entfernt, und zwar auf der Chaussee Berlin-Manschnow 5 Punkte unterirdisch festgelegt worden, die aus Pfeilern bestehen. Die Oberfläche eines jeden Pfeilers trägt einen Bronzebolzen mit Achatkugel und 30 cm unterhalb der oberen Fläche sind an jeder Kante ebenfalls Bronzebolzen angebracht. Die Höhe dieser Bolzen soll später bestimmt werden.

Geographische Zeitschrift; Heft 1, Januar 1917.

Das verkehrsgeschichtliche Grundproblem des Weltkrieges: die eurasische Hochstraße, ihre Bedrängung und ihre Ausstrahlungen; von *Arthur Dix*. Der Verfasser, der seit einem Jahrzehnt in der „Geographischen Zeitschrift“ die wirtschafts- und verkehrspolitischen Probleme zu beleuchten gesucht, die der Krieg brennend gemacht, legt in dieser neuen Arbeit alle Versuche der Entente dar, die Linie Hamburg-Bagdad zu sperren und zu zerstückeln. Zum Schluß werden auf Grund während der Kriegszeit gemachter Studien auf dem Balkan die wirtschaftsgeographischen Möglichkeiten und Grenzen der Selbstgenügsamkeit des eurasischen Hochstraßengebiets untersucht, mit dem Ergebnis, daß die Vierbundländer ein starkes Wirtschaftsgebiet darstellen, das sich aber auch wieder die nordwestliche und südöstliche Ausstrahlung über die Meere öffnen muß.

Der Panamerikanismus und die südamerikanischen ABC-Staaten; von *Hans Steffen*. Die Monroe-Doktrin als imperialistische Bewegung. — Ihre Bemäntelung durch den Panamerikanismus. — Anfänge des Zusammenschlusses der ABC-Staaten (Argentinien, Brasilien, Chile). Ihr Verhalten in der mexikanischen Krisis und zu Zentralamerika. — Der wirtschaftliche Panamerikanismus. — Vordringen des amerikanischen Großkapitals in Südamerika. — Der Panamerikanismus in der Geisteskultur Südamerikas. — Panlatinismus. Gefahren für den deutschen Einfluß. — Der Schiedsvertrag der ABC-Staaten von 1915. — Reibungsflächen zwischen Brasilien und Argentinien. — Neueste wirtschaftliche Entwicklung dieser beiden Länder. — Rassenunterschiede. — Politische Entwicklung. — Die Republik Chile. — Ihre Beziehungen zu Brasilien und Argentinien. — Die Taena- und Aricafrage. — Chiles wirtschaftliche Lage. Salpeter, Bergbau. — Chile einer der stärksten Faktoren im ABC-Bund. — Politische Lage. — Beziehungen zu Nordamerika.

Antwerpen; von *K. Kretschmer*.

Das Königreich Polen; von *Alfred Hettner*.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Heft 17.

27. April 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Ueber die hydrothermale Entstehung der Achatmandeln im Gestein. Von *Prof. Dr. R. Nacken, Tübingen.* S. 269.

Prinzipien der Behandlung der Schlaflosigkeit. Von *Privatdozent Dr. Adalbert Gregor, Leipzig.* S. 274.

Lucrez und Darwin. Von *Prof. Dr. Walther May, Karlsruhe.* S. 276.

Besprechungen:

Stähler, Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie. Von *Alfred Coehn, Göttingen.* S. 279.

Kohlrausch, F., und L. Holborn, Das Leitvermögen der Elektrolyte, insbesondere der wässerigen Lösungen. Von *Alfred Coehn, Göttingen.* S. 279.

Buchholz, Hugo, Angewandte Mathematik. Von *A. Galle, Berlin-Potsdam.* S. 280.

Müller-Pouilllets Lehrbuch der Physik und Meteorologie. Von *R. Pohl, Berlin.* S. 280.

Linke, F., Die meteorologische Ausbildung des Fliegers. Von *P. Ludewig, Freiberg i. S.* S. 281.

Prochnow, Oscar, Fliegerwetterkunde. Von *A. Schmauss, München.* S. 281.

Brehms Tierleben. Von *K. Escherich, München.* S. 281.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Reisen in Westsibirien. S. 282.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein): Einige Ergebnisse des Windmess-Versuchsfeldes bei Nauen. S. 283.

Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria): 9. Drei Worte über Aufgaben und Arbeitsmethoden wissenschaftlicher Anstalten zur Erforschung der Meere. S. 284.

Kleine Mitteilungen:

Die Vegetationsverhältnisse längs der Cordillera de los Andes südlich vom 41° s. Breite bis zum Kap Hoorn. Farbe der Puppenhaut. Schlupfwespen als Pflanzenparasiten. S. 285–286.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik, 1917, H. 3. S. 287.

Archiv für Elektrotechnik, 1916, Bd. 5, H. 1, 2, 3, 4, 5 u. 6. S. 287.

Zeitschrift für Elektrochemie, 1916, Bd. 22, H. 21/22; 1917, Bd. 23, H. 1/2. S. 288.

Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt, 1916, Jg. 34, H. 2/3. S. 288.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Zur Pathologie und Therapie des menschlichen Oedems

Zugleich ein Beitrag zur Lehre von der Schilddrüsenfunktion

Eine klinisch-experimentelle Studie aus der I. medizinischen Klinik
und dem pharmakologischen Institute in Wien

Von

Dr. Hans Eppinger

a. o. Professor, Assistent der ersten medizinischen Klinik der Universität Wien

Mit 37 Textabbildungen

Preis M. 9.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenser Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 25 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfrst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Die Neurosen und Psychosen des Pubertätsalters

Von Dr. **Martin Pappenheim** und Dr. **Carl Grosz**

Landgerichtspsychiater in Wien

Preis M. 3.—

(Bildet Heft 1 der „Zwanglosen Abhandlungen aus den Grenzgebieten der Pädagogik und Medizin“. Herausgegeben von **Th. Heller-Wien** und **G. Leubuscher-Meiningen**).

Gerichtsärztliche Untersuchungen

Ein Leitfaden für Mediziner und Touristen

Von Dr. **Otto Leers**

Gerichtsarzt in Essen a. d. Ruhr

Preis M. 4.—; in Leinwand gebunden M. 4.60

Der Harn sowie die übrigen Ausscheidungen und Körperflüssigkeiten von Mensch und Tier

Ihre Untersuchung und Zusammensetzung
in normalem und pathologischem Zustande

Ein Handbuch für Ärzte, Chemiker und Pharmazeuten sowie zum Gebrauche an landwirtschaftlichen Versuchstationen

Unter Mitarbeit zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von
Professor Dr. **Carl Neuberg**, Berlin

Zwei Teile — Mit zahlreichen Textfiguren und Tabellen

Preis M. 58.—; in zwei Halblederbänden gebunden M. 63.—

Vor kurzem erschien:

Hermann Lenhartz Mikroskopie und Chemie am Krankenbett

Achte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

Von Professor Dr. **Erich Meyer**

Direktor der medizinischen Universitätsklinik zu Straßburg i. E.
Stabsarzt d. L., Chefarzt eines Festungslazarets und fachärztlicher Beirat im Bereich des XV. Armee-korps

Mit 150 Abbildungen im Text und einer Tafel

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

27. April 1917.

Heft 17.

Über die hydrothermale Entstehung der Achatmandeln im Gestein.

Von Prof. Dr. R. Nacken, Tübingen.

Die Achate gehören mit zu den am meisten auffallenden Gebilden der anorganischen Natur und sind wohl unter den Mineralien die am besten bekannten. In mineralogischen Sammlungen, vor allem in jenen, die ein größeres Alter besitzen, sind diese durch ihre Farben und durch ihr häufig bizarres Aussehen auffallenden Produkte vielfach vertreten, zumal da fast jedes Stück vor dem andern durch irgendeine Eigenheit ausgezeichnet ist und ganz gleichartige Bildungen wohl nur sehr selten vorkommen.

Und zwar sind es der ganz unregelmäßig sich vollziehende Wechsel der Farben und die gleichfalls regellos gestaltete Form der abwechselnd farbigen und farblosen Bänder, die diese Mannigfaltigkeit hervorrufen. Man begnügt sich bekanntlich nicht mit der natürlichen Färbung allein, sondern sucht durch Imprägnation mit geeigneten Färbemitteln, wie Kohle oder Metalloxyden die Kontrastwirkung zu erhöhen, um industriell wertvollere Produkte zu erhalten.

I.

Es ist daher verständlich, wenn man versuchte, von der Bänderung dieser Gebilde ausgehend ihre Entstehungsursachen zu erforschen. Schon frühzeitig wurde erkannt, daß die Achate außer einer groben Bänderung eine dazu senkrechte, sehr feine, bisweilen wellige Streifung aufweisen. Der Abstand der Linien ist so fein, daß durch sie die Beugungsbilder optischer Gitter hervorgerufen werden können; schon *D. Brewster* zählte bis 17 000 Schichten auf ein Zoll Dicke.

Es lag nahe, die Entstehung der Bänderung als eine Schichtung aufzufassen, in der Art, daß die äußerste Schicht die älteste war und immer auf diese älteren nach der Mitte zu jüngere folgten. Ein Analogon war bekannt in der Herstellung solcher Schichten aus Metallschmelzen. Werden diese oder andere leicht kristallisierende Stoffe in Gefäße gebracht, deren Wandungen kalt sind, und dann gleich wieder ausgegossen, dann bilden sich, sobald diese Operation häufig wiederholt wird, Schichtensysteme aus, die große Analogie zeigen mit den Schichtensystemen der Achate. Da man seinerzeit eine andere Entstehungsart solcher Gebilde nicht kannte, so konnte die sinngemäße Übertragung auf die Achatschichtung eine befriedigende Erklärung abgeben. Hiernach sollten in Gesteinsblasen, die durch den Gasgehalt der kristallisierenden Gesteine entstanden waren,

in rhythmischer Folge Einspritzungen von kiesel-säurehaltigen Lösungen stattfinden. Die Lösungen wurden durch die Tätigkeit geysirähnlicher Quellen geliefert, die auch gleichzeitig, entsprechend der Bunsenschen Theorie, für den Rhythmus und die Wiederholungen verantwortlich gemacht werden konnten.

Doch nicht ohne Widerspruch wurden diese Deutungsversuche hingenommen. Die Frage nach der Entstehung verursachte einen lebhaften Meinungsaustausch zwischen *W. Haidinger* und *J. Noeggerath*, in dem die Ansicht des letzteren die Oberhand behielt. Es handelte sich um die Frage, in welcher Weise die Zufuhr der Kieselsäurelösungen zu denken sei, ob sie in der erwähnten Weise erfolgt sei, also durch Vermittlung offener Spalten und Kanäle, die bis in die Hohlräume hineinreichten, oder ob infolge der Porosität der Gesteine ein „Durchschwitzen“, also eine Art diffundierender Wanderung der Achatmasse stattgefunden habe. Die erste Meinung wurde scheinbar bestätigt durch das Auftreten von Unterbrechungen in der Schichtung der Achate, die als die einst offenen Wege angesehen wurden, auf denen die Lösungen eindrangten und den Hohlraum anfüllten. Diese „Infiltrationskanäle“ lieferten die Hauptstütze für die Ansicht *Noeggeraths*, die in einem offenen Sendschreiben¹⁾ an *W. Haidinger* noch näher begründet wurde. Auf diese Darlegungen, die schon im Jahre 1849 erfolgten, antwortete *Haidinger* nicht und so wurde die Ansicht *Noeggeraths* für lange Zeit die herrschende.

Erst in der allerneuesten Zeit wurden neue Beobachtungen gemacht, welche für die Deutung der Achatsstrukturen von ganz besonderer Bedeutung werden sollten. Es war das die Entdeckung, daß in Medien, in denen sich Diffusionsvorgänge abspielen können, unter geeigneten Bedingungen Fällungen miteinander reagierender Stoffe auftreten, die nicht kontinuierlich, sondern rhythmisch erfolgen.

Der Name von *R. E. Liesegang* ist mit diesen Untersuchungen eng verknüpft. Vor nicht langer Zeit ist eine kleine Schrift „Die Achate“ herausgekommen, die die für diesen Gegenstand besonders wichtigen Beobachtungen zusammenstellt.²⁾ Eine frühere Publikation desselben Verfassers³⁾ zeigt, wie weitgehend das Prinzip der rhythmischen

¹⁾ *J. Noeggerath*, Verh. d. nat.-hist. Vereins d. preuß. Rheinl. Bonn, 6, 257, 1849.

²⁾ *R. E. Liesegang*, Die Achate. Dresden und Leipzig 1915.

³⁾ Ders. Geologische Diffusionen. Dresden und Leipzig 1913.

schen Fällung zur Erklärung geologischer Erscheinungen benutzt werden kann. Nach seinem Vorschlag lassen sich leicht Achatstrukturen mit allen charakteristischen Merkmalen erzielen, wenn man die Fällung von Silberchromat aus Silbernitrat und Kaliumbichromat in einer Gelatinegallerte vor sich gehen läßt. Man stellt zu diesem Zweck eine Lösung von gereinigter Gelatine mit wenig Kaliumbichromat her, bringt diese, nachdem sie durch Erwärmen verflüssigt wurde, in dünner Schicht auf eine Glasplatte und setzt einen größeren Tropfen einer konzentrierten Silbernitratlösung darauf, nachdem die Gelatineschicht erstarrt war.

Durch Diffusion wandert das Nitrat des Tropfens in die chromathaltige Gelatine hinein und erzeugt auf dem Wege seiner Wanderung mit dem Chromat reagierend unlösliches Silberchromat. Die Fällung erfolgt nun nicht, wie man erwarten sollte, in einer sich kontinuierlich verbreiternden Schicht, sondern, wenn die geeigneten Konzentrationen innegehalten werden, in rhythmisch sich wiederholenden Linien, deren Abstand voneinander um so größer wird, je weiter die Diffusion fortschreitet. So entsteht ein System von Linien, wie es Fig. 1 zeigt; nur wurde hier

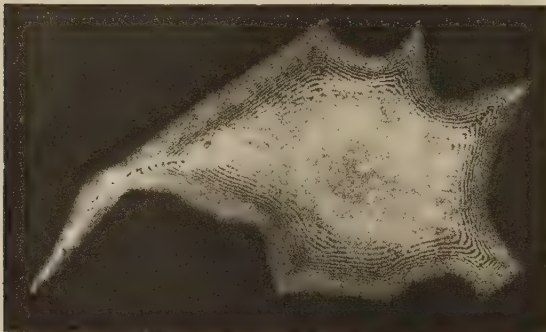


Fig. 1. Rhythmische Fällung von Silberchromat. Vor-täuschung eines Einflußkanals. Nach R. E. Liesegang.

nicht ein punktförmiges Diffusionszentrum gewählt, sondern ein Linienzug. Hierdurch treten weitere Analogien hervor, da ein Gebilde entsteht, allerdings nur zweidimensional, das mit Infiltrationskanälen der Achate große Ähnlichkeit besitzt. Ein Blick in die Veröffentlichungen *Liesegang's* zeigt, daß durch Variation der Versuche die mannigfachsten Achatstrukturen nachgeahmt werden können.

Die Versuche sind so überzeugend, daß man wohl nicht zweifeln kann, daß ähnliche rhythmische Vorgänge die Bänderung der Achate hervorgerufen haben, zumal die Analogie noch weiter geht. Unter dem Polarisationsmikroskop erweist sich die gebänderte Schicht als aufgebaut aus mehreren Strukturelementen. *H. Hein*¹⁾ hat in einer eingehenden Untersuchung festgestellt, daß als Strukturelemente neben dem rotgefärbten

¹⁾ *H. Hein*, Neues Jahrbuch f. Mineralogie usw. Beil. Bd. 25, 182, 1908.

Pigment, welches aus Eisenoxyd besteht, mehrere Varietäten von SiO_2 auftreten. Außer Quarzkristallen von sehr wechselnden Dimensionen kann man zwei weitere Modifikationen dieser Substanz beobachten, die in einer faserigen Ausbildung auftreten und sich durch den Charakter ihrer Doppelbrechung unterscheiden. Die eine ist nach der Längserstreckung der Fasern optisch negativ, die andere optisch positiv. Die erstere wird Chalzedon, die andere Quarzin genannt. Die feinen Fasern stehen gewöhnlich senkrecht zu den Bänderungen. Z. T. gehen sie nicht über den Raum zwischen diesen hinaus, aber andere durchsetzen sie, ohne sich um die Pigmentschicht zu kümmern. In Fig. 2 ist ein Gelatinepräparat wiedergegeben, das ganz gleiche Erscheinungen zeigt. Es ist dadurch entstanden, daß man eine Gelatineschicht zwischen zwei Glasplatten eintrocknen ließ. Auch hier setzen einige Fäserchen durch die dunklen Chromatstreifen hindurch. Da diese Gelatinedendriten unter einem Zwangszustand gebildet wurden, so zeigen sie häufig Spannungsdoppelbrechung. Überträgt man solche Erscheinung auf die kleinen Kieselsäurefasern, so ist verständlich, daß auch hier erzwungene Doppel-

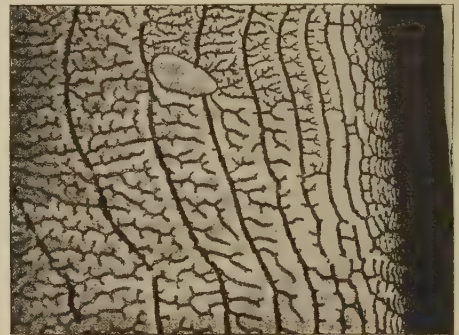


Fig. 2. Gelatinedendriten durch Eintrocknen entstanden. Nach R. E. Liesegang.

brechung vorliegen kann, daß mit anderen Worten die beobachtete Art der Doppelbrechung nicht dem Kristall als solchem zukommt. Die optischen Beobachtungen sind daher vorsichtig zu bewerten. Daß jedenfalls auch zwischen den Fäserchen Hohlräume, wie im Gelatinepräparat vorhanden sind, zeigt die Tatsache der Anfärbbarkeit durch eindringende Substanzen. Diese Erscheinung erschwert weiter die Identifizierung der Modifikationen etwa durch die Bestimmung des spez. Gewichts, da eine unvollständige Raumauffüllung eine genaue Bestimmung dieser Größe verhindert. Jedenfalls besitzt die Chalzedonsubstanz einen von Quarz abweichenden Molekularbau, denn nach *C. N. Fenner*¹⁾ tritt bei der Erhitzung die für Quarz charakteristische Modifikationsänderung bei 575°C nicht auf.

So steht leider eine genaue Kenntnis der

¹⁾ *C. N. Fenner*, Zeitschr. f. anorg. Chem. 85, 191, 1914.

Strukturelemente der Achatsubstanz noch aus. Wir können aber aus den Beobachtungen den allerdings wichtigen Schluß ziehen, daß die Bänderung der Achse vor der Bildung der feinen Fasern erfolgt ist.

Über die Entstehung der Bänderstruktur der Achate können wir uns im Hinblick auf die genannten Versuche etwa folgendes Bild machen. Die Ausfüllung des Hohlraums bestand einmal aus einer amorphen, kolloidalen Masse, die in der Hauptsache Wasser und Kieselsäure enthielt. In wenig wasserhaltigem Zustand sind solche dispersen Systeme in den verschiedenen Abarten der Opale bekannt, aber auch in Gallertform wurden sie in der Natur von *G. Spezia*¹⁾ in Spalten des Gneises am Simplontunnel gefunden. Die Annahme eines ehemals gallertigen Zustandes stößt daher auf keine Schwierigkeiten. Komplizierter ist schon die Erklärung für die Entstehung der Bänder, die Rotfärbung ist durch amorphes Eisenoxyd bedingt. Solche Fällungen kann man leicht erzielen, wenn man in einer künstlich dargestellten Gallerte aus SiO_2 und H_2O , die mit einem Eisenoxydulsalz imprägniert wurde, den Sauerstoff der Luft einwirken läßt. Wenn er etwa von der Oberfläche aus eindringt, so entstehen dieser parallel Schichten von Eisenoxyd. Ob in den Kieselgallerten der Mandeln der Gehalt an Eisensalz primär war oder nicht, dürfte für die Entstehung der Bänder zunächst gleichgültig sein, das Endresultat ist in beiden Fällen das gleiche. Vielleicht war ein anderes Salz in der Gallerte enthalten, das dann mit hineindiffundierenden Eisenlösungen aus dem Gestein reagieren konnte.

Für den weiteren Verlauf der Achatbildung wären jedenfalls diese Eisenoxyd- oder Hydroxydlagen von wesentlicher Bedeutung, indem sie die Ausbildung der kristallinen Modifikationen der SiO_2 beeinflussen. Vermutlich haben sie hemmend auf die Entstehung großer Kristallindividuen gewirkt. Hierbei kann man ähnliche Versuche von *R. Marc*²⁾ zum Vergleich heranziehen, der nachwies, daß z. B. durch kolloide Farbstofflösungen die Kristallisation außerordentlich gehemmt werden, ja völlig aufgehoben werden kann.

Unter Zugrundelegung dieser Vorstellung ist es verständlich, wenn an den gebänderten Partien feinkristallinischer Chalzedon entstand, während in pigmentfreien Teilen sich grobkristalline Aggregate ausbilden konnten. Bei vielen Achaten ist die Eisenfärbung später durch die Einwirkung der Atmosphärrillen wieder entfernt worden, so daß ein etwaiges Fehlen der Pigmentierung nicht gegen diese Theorie zu sprechen braucht.

Bei der im Vorstehenden gegebenen kurzen Darstellung der heutigen Ansicht über die Entstehung der Struktur der Achate bin ich den genannten Büchern *Liesegangs* gefolgt, aus denen nun auch deutlich hervorgeht, daß es hier manche

Fragen gibt, deren Beantwortung nicht ohne weiteres durch die Anwendung der Diffusionstheorie erledigt wird. Es sei nur auf das Kapitel der „problematischen Fälle“ verwiesen.

II.

Während also die Deutung der besonderen Achatstrukturen nicht auf wesentliche Schwierigkeiten stößt, ist die Anschauung von der Entstehung der Mandelausfüllung des Hohlraums im Gestein noch keineswegs klar. Es mag als Beleg hierfür die unbestimmte Äußerung *Liesegangs*¹⁾ angeführt werden: „Ob die Zuwanderung in Form gelöster freier Kieselsäure erfolgt, ob man dabei höhere Temperaturen und Drucke berücksichtigen muß, oder ob man mit leicht löslichen Alkalisilikaten rechnen darf, das sind Fragen, die hier nicht beantwortet werden sollen.“ Auch sein mehr positives Urteil²⁾: daß es sich um späte Ausfüllung von Hohlräumen eines Gesteins handle „erst lange nach der Erkaltung des Ergußgesteins unter Mitwirkung gewöhnlicher wässriger Lösungen“, kann nicht ohne näheren Nachweis angenommen werden.

Auf diese Frage möchte ich im Folgenden eingehen und dabei die Aufmerksamkeit auf Formeigentümlichkeiten der Achatmandeln lenken, die mir anzudeuten scheinen, daß ein hydrothermaler Prozeß, der sich vermutlich in der Nähe der kritischen Temperatur des Wassers abgespielt hat, Ursache ihrer Bildung gewesen ist.

Sieht man nämlich von vereinzelt Besonderheiten in den Achatstrukturen ab, so von stalaktitischen Massen, Moosachaten, Röhrenachaten und ähnlichen mehr zufällig gebildeten Produkten, so fallen zwei Gruppen von Ausbildungsformen auf.

Zu der einen Gruppe gehören jene durch krummlinige, meist rundlich gebogene, häufig konzentrische Bänderungen gekennzeichneten Bildungen: die sog. *Festungsachate*, zur zweiten solche, die in ihrem Aufbau ebene, parallel laufende Schichtungen zeigen: man spricht von Achaten mit horizontalen Bändern, auch wohl von *Uruguay-Achaten*.

Schon in diesem letzteren Namen ist ausgesprochen, daß die beiden Gruppen auch nach ihrem Vorkommen räumlich getrennt auftreten, da in der bezeichneten Gegend die eine Ausbildungsform vor allem gefunden wird.

Dieser geographische Unterschied ist frühzeitig aufgefallen. Im Jahre 1824 schon sprach es *Leopold von Buch*³⁾ aus: „Dergleichen (Mandeln mit horizontalen Lagen) haben wir zwar in Deutschland nicht, auch findet man sie in Frankreich nicht. Um so auffallender dagegen ist es, daß in den britischen Inseln und im Norden gar keine anderen vorkommen.“

¹⁾ *R. E. Liesegang*, Geol. Diffusionen 1913. S. 97.

²⁾ Derselbe, Die Achate, 1915, S. 2 u. 7.

³⁾ *Leopold von Buch*, K. C. von Leonhardts Mineralog.-Taschenbuch 1824, 483.

¹⁾ *G. Spezia*, Atti R. Accad. Torino. 34, 705, 1899.
²⁾ *R. Marc*, Kolloidzeitschr. 13, 281, 1913.

Auch *J. Noeggerath*¹⁾ betont schon 1849: „Es ist höchst merkwürdig, daß solche horizontalen Ablagerungen, wie sie in jenen brasilianischen Mandeln regelmäßig vorkommen, niemals in denjenigen der Nahegegend angetroffen werden. Hier sind alle Bildungen in den Achatmandeln konzentrisch und wenn einzelne Störungen einer solchen Konzentrität vorkommen, so sind diese stets nur durch Kristall- oder Stalaktitenbildungen hervorgerufen. Alle Horizontalität ist in diesen Bildungen völlig ausgeschloss.“

Noeggerath spricht von mehreren hundert Exemplaren, von denen er „die meisten Stücke selbst in den ausgedehnten Achatgruben der Nahegegend, des Oldenburgischen Fürstentums Birkenfeld und in dem preußischen Kreise St. Wendel gesammelt habe“, so daß sein Ausspruch „auffallend ist immer der Umstand, daß die Horizontalität in den Achatmandeln für ganze Länder gänzlich ausgeschlossen erscheint“ immerhin einiges Gewicht behält, wenn auch vielleicht nicht in der Ausdehnung, denn z. B. *G. Tschermak*²⁾ beschreibt Schichtenbildung in den Ausfüllungen des Felsitporphyrs von Planitz bei Zwickau: „eine Chalzedonrinde, hierauf geschichteter Chalzedon, der übrige Raum durch Quarz erfüllt.“

Später fährt *J. Noeggerath* fort: „Die Umstände, unter denen sich die Achatmandeln auch selbst in ein und derselben Gegend gebildet haben, können nur als sehr abweichend voneinander angenommen werden, da jede Mandel gewissermaßen ein ganz individuelles Gebilde ist, und daher ist es um so sonderbarer, daß in Deutschland und in Frankreich niemals die Bedingungen von solcher Art gewesen sind, um horizontale Ablagerungen in den Achatmandeln hervorzurufen.“

Daß bei der Ausbildung dieser ebenen Schichten die Schwerkraft Ursache gewesen sei, hat wohl ebenfalls *L. v. Buch*³⁾ als Erster ausgesprochen. Er beobachtete an Riesenmandeln in Island diese Erscheinung besonders gut. In ihnen treten an der Decke hängend Chalzedontropfen auf, während „die untere Fläche am Boden jederzeit aus söhligen Schichten besteht, über welche die Stalaktiten herabhängen. Hier ist wohl die Wirkung der Schwere offenbar“.

Gerade die auffallende Erscheinung, daß die beiden Achattypen an bestimmte Orte gebunden sind, ist meines Erachtens ein Hinweis, den Grund dieser Erscheinung in einem über eine größere Erstreckung hin gleichartig wirksamen Faktor zu suchen. Dieser Faktor scheint mir die *Temperatur* zu sein, die während der Bildung der Achate geherrscht hat, und die innerhalb eines großen Gebietes gleich sein konnte.

Als Unterschied der beiden Typen ergibt sich, daß einmal ein horizontaler Flüssigkeitsspiegel

¹⁾ *J. Noeggerath*, Verh. nat.-hist. Vereins d. preuß. Rheinl. Bonn. 6, 257, 1849.

²⁾ *G. Tschermak*, Sitzungsber. Wiener Akad. math.-nat. Kl. 47, 117, 1863.

³⁾ *L. v. Buch*, a. a. O. S. 483.

entstehen konnte, im anderen Fall dagegen nicht. Nimmt man als Ursache hierfür nun aber an, daß der flüssige Inhalt der Mandel einmal eine Temperatur gehabt hat, die über der kritischen der „Achatlösung“ lag, das andere Mal in solcher Höhe, daß sich eine flüssige und eine dampfförmige Phase ausbilden konnten, so war während der Entstehung der „Festungsachate“ der Hohlraum im Gestein völlig von einer fluiden Phase angefüllt, bei den „Uruguayachaten“ war das nicht der Fall.

Die einstige völlige Ausfüllung der Hohlräume läßt sich an dem in Fig. 3 abgebildeten Stück aus dem Melaphyr angeblich vom Fischbacher Tal bei Oberstein erkennen. Hier sitzt der Mandelinhalt

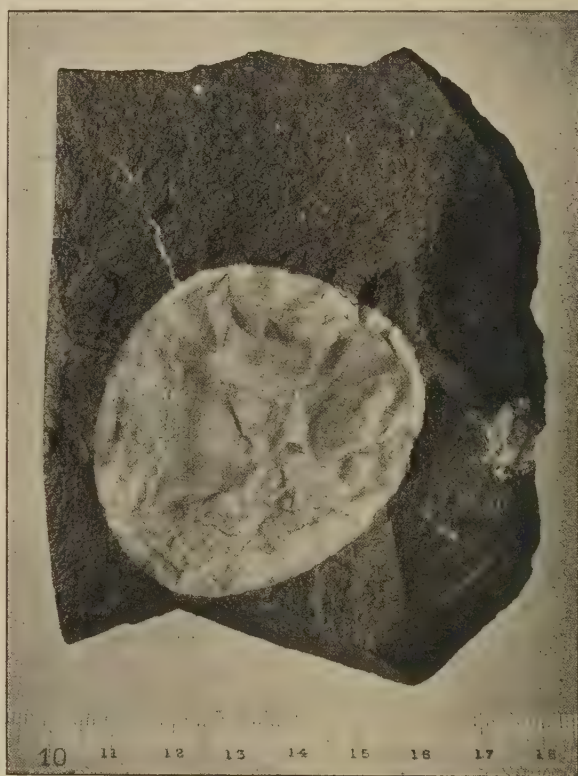


Fig. 3. Ausfüllung von Blasenräumen und von Spalt-
rissen im Melaphyr (Fischbacher Tal bei Oberstein).
Phot. Aufn. von der Trappen.

noch fest im Hohlraum des Gesteins, das ganz frisch ist. Meist jedoch sind die von diesem Fundort stammenden Ausfüllungen nicht so kompakt, wie dieses Stück. Sie bestehen aus einer dünnen Chalzedonschale, die im Innern schließlich in ein Aggregat von Quarz und Amethyst übergeht.

Aber auch sie bilden die innere Fläche des Hohlräume ab, da sie in ihrer nach unten häufig keilförmig oder spitz zulaufenden birnenähnlichen Form die Gestalt von Gasblasen zeigen, die in einem zähflüssigen Magma der Einwirkung des Auftriebs unterworfen waren. Schrumpfungsercheinungen lassen häufig den Mandelinhalt kleiner werden, als dem Hohlraum entspricht.

Die vorstehende Erklärung der beiden Achat-typen soll nun nicht auf sämtliche Chalzedon-bildungen ausgedehnt werden, sie sei vielmehr auf jene beiden Typen beschränkt, denn es ist nicht zu leugnen, daß auch bei tieferen Temperaturen Chalzedon entstehen kann. So konnte *H. Leitmeier*¹⁾ zeigen, daß in Gegenwart von wolfram-sauren Salzen in wäßriger Lösung bei 80° C Chalzedon darstellbar ist.

Leider ist es mir zurzeit aus Mangel an geeigneten Apparaten nicht möglich, synthetische Versuche auszuführen, die die vorstehenden Deutungen experimentell erhärten könnten. Um so notwendiger ist es zunächst zu zeigen, daß die geschilderten Entstehungsmöglichkeiten nicht im Widerspruch mit den natürlichen Verhältnissen stehen.

III.

R. E. Liesegang vertritt die Anschauung, die den Hohlraum füllende Kieselsäure sei auf dem Wege der Diffusion, vielleicht aus größerer Entfernung dorthin gelangt. Da der kolloidalen Kieselsäure nur eine äußerst geringe Diffusionsfähigkeit zukommt, so müßte sie schon in der Form löslicher Salze, d. h. als Alkalisilikat gewandert sein. Als Diffusionsmittel werden hierbei wäßrige Lösungen angesehen, die sich in den kapillaren Spalten und Hohlräumen des Gesteins befinden. Eine solche Durchtränkung müßte aber alle Teile gleichmäßig treffen, wie es bei dem sog. hygroskopischen Wasser der Fall ist. Nun aber läßt sich gerade in der Nahegegend beobachten, daß die Kieselsäure nur lokal in den Hohlräumen angereichert ist. Nur vereinzelte Punkte des mandelsteinartigen Melaphyrs sind Achatfundpunkte. Diese Tatsache läßt sich schlecht mit der Diffusionstheorie vereinigen.

Die ältere Theorie nahm als Quelle für die Kieselsäure das Gesteinsmaterial an, in dem sich die Achate befinden. Eine Stütze dieser Ansicht sollte sein, daß die Kieselsäurefüllungen gerade in den zersetzten Gesteinszonen auftreten sollten, das frische Gestein sei leer davon. Diese Behauptungen²⁾ scheinen irrtümlich aufgestellt worden zu sein. Gerade der Gewährsmann, der hierfür herangezogen wird, schreibt ausdrücklich von Gesteinsmandeln im frischen Gestein. In der genannten Arbeit sagt *J. Noeggerath*: „Ebenso wenig ist jene Erscheinung an den Grad der Zerstörung, der Auflösung geknüpft, welche die Melaphyre erlitten haben. Es ist nicht zu leugnen, daß an den meisten Orten, wo die Achatmandeln vorkommen, der Melaphyr in einem sehr hohen Grade der Zersetzung sich befindet. . . . Aber es gibt auch Achatgräbereien in den allerfestesten Melaphyren. . . . Eine der ergiebigsten Gruben liegt z. T. gerade in einem solchen Melaphyr. Es ist die vom Weißelberge bei Oberkirchen.“

Wenn auch schon das Bild der Achatmandel in

Fig. 3 diese Beobachtungen bestätigt, so sei doch noch hingewiesen auf die Beobachtungen von *H. Leitmeier*¹⁾ am Basalt von Weitendorf in Steiermark. Er schreibt, daß in den höher gelegenen Hohlräumen des Basalts am wenigsten Drusen enthalten seien, und dann reichlich Limonit und Kalzit enthielten, also keinen Chalzedon. Er betont ferner, daß die Auslaugung des Basaltes unmöglich allein die Ursache der Bildung der reichlichen Kieselsäureminerale sein könne. Infiltrationsvorgänge müßten zu ihrer Deutung herangezogen werden.

Betrachtet man das in Fig. 3 abgebildete Handstück näher, so erkennt man deutlich Spalten, die quer durch das Stück laufen und die z. T. den Blasenraum durchsetzen. Die ehemals offenen Spalten sind durch Kieselsäure verkittet. Selbst die feinsten Risse sind mit Chalzedon ausgefüllt, wie man unter dem Mikroskop erkennt. Ähnliche durch Chalzedon verkittete Risse beschreibt *H. Leitmeier* auch. Und zwar sind im Weitendorfer Basalt gerade die dünnsten Spalten mit SiO₂ ausgefüllt, während gröbere und längere kohlen-sauren Kalk als Füllung zeigen. Eine dritte Art, breite, ziemlich lange Spalten führen die kristallisierten Mineralien der Mandeln. Auch *Noeggerath* macht sie von Oberstein bekannt: „Die verschiedenartigen kieseligen Ausfüllungen kommen im Melaphyr nicht bloß in den Mandeln vor, sondern auch auf den Kontraktionsspalten und den durchsetzenden Klüften.“ Schmale, 1 bis 2 Zoll mächtige Chalzedongänge waren auf mehrere Minuten Wegeslänge zu verfolgen. Sie bestanden aus mehreren Lagen abwechselnd undurchsichtigen und durchscheinenden weißen Chalzedons.

Daß Gesteine irgendwelcher Art, besonders aber Eruptivgesteine von zahlreichen Rissen durchzogen werden, ist selbstverständlich. Sie werden sich wohl unmittelbar nach der Entstehung gebildet haben. Auch ist verständlich, wenn diese Risse auch die Mehrzahl der Blasen durchsetzen²⁾. Es scheint daher am einfachsten, anzunehmen, daß diese Spalten und Spaltrisse die Zufuhrkanäle gewesen sind. Auf ihnen ist die Kieselsäurelösung bis zu den Gesteinsblasen vorgedrungen.

Das Vorhandensein von kiesel-säurehaltigen Lösungen, wie sie hier etwa in Frage kommen, bietet der Erklärung keine Schwierigkeiten mehr, seit man die Prinzipien der physikalischen Chemie zur Erklärung der Vorgänge bei der Gesteinsbildung herangezogen hat. Vor kurzem hat *P. Niggli*³⁾ hierüber ausführlich berichtet. Verfolgt man unter Zugrundelegung theoretisch mög-

¹⁾ *H. Leitmeier*, a. a. O. S. 242.

²⁾ Man vergleiche hierzu die Abbildungen von *Noeggerath*, wo noch die fertig gebildete Achatmandel den Verlauf der Spalte zeigt, die vor der Verfestigung dagewesen sein muß. Denn wenn auch die Hälften des Achats gegen einander verschoben sind, so ist der Verlauf der Bänderung durch die Verschiebung beeinflusst, indem sie sich den neuen Konturen anschmiegt.

³⁾ *P. Niggli*, dies. Zeitschr. 1916, Heft 43 u. f.

¹⁾ *H. Leitmeier*, Neues Jahrb. f. Mineralogie usw. Beil. Bd. 27, 244, 1909.

²⁾ Bei *C. Hintze*, Handb. d. Mineralogie 1, 1478, 1906.

licher Prozesse den Werdegang eines Gesteins vom flüssigen, noch im Erdinnern befindlichen Magma ausgehend, so erkennt man, daß die einzelnen Bestandteile infolge ihrer Flüchtigkeit und ihrer verschiedenartigen Löslichkeit zu Differentiationen Veranlassung geben können, so daß eine Serie von Gesteinstypen entsteht. Nun sind aber auch leicht schmelzbare und in Wasser leicht lösliche Stoffe in solchen Magmen enthalten und schließlich werden diese übrig bleiben, wenn die anderen schon zu Mineral- und Gesteinsbildungen Veranlassung gegeben haben.

Als ein solches Differentiationsglied der letzten Erstarrungsperiode kann mitunter auch wohl Alkalisilikatlösung auftreten, worauf schon *J. Koenigsberger*¹⁾ hinwies. Solche Lösungen liefern in Berührung mit Säuren, z. B. Salz- oder Kohlensäure, kolloidale Kieselsäure, neben Chloriden und Alkalikarbonaten, die durch Diffusion aus diesen Systemen entfernt werden können. Ob diese „Dialyse“ schon vorher oder erst nach der Infiltration stattfand, sei dahingestellt.

Nimmt man den ersten Fall an, genauer ist vielleicht ein Mittelding, so drang durch die Spalten eine kolloidale Kiesellösung. Man kann sich vorstellen, daß das Gestein in eine solche eingetaucht war, so daß sich die in Verbindung stehenden Hohlräume mit der Lösung anfüllen konnten.

So dürfte also wieder die Infiltrationshypothese allerdings in etwas veränderter Gestalt zur Erklärung der Mandelfüllungen heranzuziehen sein. Auch Infiltrationskanäle spielen wieder eine Rolle, doch jetzt so, daß sie nicht für eine intermittierende Anfüllung der Hohlräume in Frage kommen, sondern nur für eine einmalige oder höchstens wenig häufig wiederholte.

(Schluß folgt.)

Prinzipien der Behandlung der Schlaflosigkeit.

Von Privatdozent Dr. Adalbert Gregor, Oberarzt an der Heilanstalt Doesen bei Leipzig.

Auf wenigen Gebieten begegnen ärztliche Maßnahmen gleichem Mißtrauen und Widerstande wie bei der medikamentösen Bekämpfung der Schlaflosigkeit. Die Motive, welche das Vorurteil gegen diese Mittel wachhalten, liegen nicht fern. Das Schreckgespenst des Morphinismus mit seinen Körper und Seele schädigenden Wirkungen ist groß genug, um Furcht vor Mitteln einzufloßen, die nur in entfernter Beziehung zu ihm stehen. Dazu kommen sensationelle Meldungen über Todesfälle nach Schlafmittelgebrauch, die ohne weiteres dem sogenannten Narkosentod gleichgesetzt werden, während beide Fälle eigentlich nichts miteinander zu tun haben. Morphinium zählt überhaupt nicht zu den von den Ärzten im allge-

meinen als Schlafmittel verwendeten Substanzen und der Narkosentod bedeutet ein heute aufs Minimum beschränktes Risiko, dem sich der Kranke in bestimmten Fällen unterzieht, während die Todesfälle durch Schlafmittel auf Selbstmordabsichten oder auf grobe Fahrlässigkeit und Irrtümer zurückgehen. Gerade derartige Todesfälle konnten aber dem sachlich Prüfenden nur das eine Urteil vermitteln, daß bei den überraschend großen Dosen, die noch vertragen werden konnten, die Schlafmittel im Grunde doch recht harmlose Substanzen vorstellen müssen.

Die folgenden Auseinandersetzungen sollen zunächst Aufklärung darüber bringen, daß der kundige Arzt nicht wahllos und nicht ohne Voraussetzungen Schlafmittel verordnet, sondern auch hier wie in allen Zweigen der Medizin die scheinbar einfachste Handlung auf tiefer wissenschaftlicher Forschung beruht.

Wir können uns hier nicht auf die an sich so interessanten und von den verschiedensten Seiten studierten Fragen nach dem Wesen des Schlafes und der mit ihm verbundenen besonderen seelischen Zustände einlassen, ebenso würde uns eine Auseinandersetzung der Theorie über die Wirkungsweise von Schlafmitteln zu weit führen. Erwähnt sei nur zum letzteren Punkte, daß wir heute über wohl durchdachte und experimentell gestützte Anschauungen verfügen, an welchen Teilen der Zellen des zentralen Nervensystems die den Schlaf erzeugenden Mittel angreifen und wie dieser Prozeß sich chemisch gestaltet.

Unsere Ausführungen sollen mehr praktische Zwecke verfolgen und dartun, in welcher Weise die Wissenschaft die gefürchteten Nebenwirkungen der Schlafmittel erforscht, um sie bei der Anwendung zu beherrschen und zu vermeiden.

Es sind im wesentlichen zwei Gefahren, im Hinblick auf die jedes neue Mittel sich als unschädlich erweisen muß, wenn es Aussicht auf Verwendung durch den Arzt gewinnen will, nämlich die Beeinflussung des Kreislaufapparates und die Nachwirkung auf das seelische Befinden. Erweist sich ein Mittel durch seinen chemischen Aufbau zur Schlaferzeugung geeignet, dann ist es die erste Aufgabe, seine Giftwirkung im Tierversuche festzustellen und es in dieser Hinsicht mit anderen bereits bekannten und medizinisch verwendeten Mitteln zu vergleichen. Das ärztliche Streben geht dahin, Mittel zu erzeugen, die bei einer minimalen Giftwirkung schon in kleinen Mengen den gewünschten Effekt, in unserem Falle also das Einschlafen, bewirken. Die nächste Frage, mit der wir an das neue Mittel herantreten, ist, ob es spezifische Wirkungen auf lebenswichtige Organe, wie Herz und Gefäße, besitzt. Darüber vermögen sinnreiche Versuche Klarheit zu bringen.

Das Tier- (Frosch-) Herz erweist sich unter besonderen Bedingungen auch aus dem Körper entfernt noch lebensfähig und schlägt herausgeschnitten stundenlang weiter, wenn ihm statt

¹⁾ *J. Koenigsberger* bei *C. Doelter*, Handbuch d. Mineralchemie II. 39.

des Blutes physiologische Kochsalzlösung als Flüssigkeit, die es pumpen kann, geboten wird. Fügt man zu dieser Lösung Teile der zu untersuchenden Substanz hinzu, dann lassen sich ihre Wirkungen auf das Herz in klarer Weise studieren. Ein Mittel, dem irgendwelche herzscheidende Wirkungen zukommen, kann sich bei diesem stets angestellten Versuche nie unserer Kenntnis entziehen. Aber auch am Menschen können wir durch eine geeignete Methodik die Herz- und Gefäßwirkungen eines Mittels beobachten. Hier stehen uns Apparate zur Verfügung, die es uns ermöglichen, aufs genaueste den Phasenwechsel des Herzens zu verfolgen (Elektrokardiograph) und Schädigungen des Kreislaufapparates in Änderungen des Blutdruckes und des Pulsbildes graphisch nachzuweisen.

Verfasser selbst und seine Mitarbeiterin Dr. *Siegfried* konnten in ausgedehnten Versuchen an Personen verschiedenen Alters und Geschlechts und von verschiedener Herz- und Gefäßbeschaffenheit die Wirkung konstatieren, welche der Gebrauch von Schlafmitteln auch bei ungewöhnlich großer oder wiederholter Dosierung ausübt, und dabei den Nachweis erbringen, daß bei den von der Medizin vorgeschriebenen Dosen die gewöhnlich verabreichten Schlafmittel keine Schädigung des Zirkulationsapparates zur Folge haben.

Gehen wir auf das seelische Gebiet über, so stehen uns zwei Methoden der Beobachtung zur Verfügung. Die subjektive, die in der sorgfältigen aber kritischen Bewertung der Klagen besteht, welche die Kranken nach Einnehmen eines Schlafmittels vorbringen. Es ist klar, daß diese Methode zahlreiche Fehlerquellen birgt, die aber durch große Häufung der Versuche eingeengt werden können. Wie leicht werden Kopfschmerzen, Müdigkeit, Übellaunigkeit auf Rechnung eines ungern eingenommenen Mittels oder gar eines solchen gesetzt, das die gewünschte Wirkung nicht erzielt hat.

Weit exakter lassen sich die Nachwirkungen von Schlafmitteln objektiv feststellen. Das Mittel dazu bildet die experimentelle Seelenforschung in der von *Kraepelin* eröffneten Richtung der Pharmakopsychologie. Ihre Arbeitsmethode besteht in der Prüfung des Einflusses differenter Substanzen auf die geistige Leistungsfähigkeit. In fortlaufender intellektueller Arbeit, die quantitativ genau gemessen werden kann, besitzen wir ein sehr feines System, um Einflüsse auf den seelischen Zustand feststellen zu können. Als derartige Leistungen werden gewöhnlich Addieren einstelliger Zahlen, Buchstaben zählen in einem gleichgültigen oder unverständlichen Text oder Auswendiglernen verwendet. Nach einer Periode von Versuchen, in denen das Individuum eine bestimmte Übung in der besonderen Leistung gewonnen hat und in der auch die Unterlagen gesammelt werden, um die im Verlaufe eines Versuches zunehmende Übung und den von einem Tage zum andern erfolgenden Übungsverlust be-

werten zu können, schreitet man zu den eigentlichen Schlafmittelversuchen. Diese werden in der Weise durchgeführt, daß im einfachsten Fall, bei einem ohnehin gut schlafenden Individuum an einzelnen Tagen ein Schlafmittel gegeben und die Leistungsfähigkeit unter gleichen Umständen am Morgen nach einer mit bzw. ohne Schlafmittel durchschlafenen Nacht untersucht wird. Bei Personen, die an Schlafstörungen leiden, müssen die Versuche der Therapie entsprechend eingerichtet werden und können nur als Begleitung und Kontrolle der Wirkung dienen.

Lange Serien von Versuchen, die ich mit den gebräuchlichsten Schlafmitteln angestellt habe, gaben nach verschiedenen Richtungen bemerkenswerte Resultate. Um nur einzelnes hervorzuheben: es läßt sich feststellen, daß wir bei jedem Schlafmittel eine untere Grenze haben, innerhalb der die psychische Leistungsfähigkeit nicht im mindesten nachteilig beeinflusst wird. Die Grenze ist bis zu einem gewissen Grade individuellen Schwankungen unterworfen, namentlich ist mit einer Idiosynkrasie gegen einzelne Mittel, wie z. B. gegen das so beliebte Veronal, zu rechnen; liegt aber dieser Fall nicht vor, was sich bald entschieden hat, dann bleiben zwei Fragen offen: wann ist die untere Grenze zu überschreiten und wie lange darf das Mittel fortlaufend, also Abend um Abend gegeben werden?

Die Überschreitung des Minimums ist nach unseren Versuchen dann gerechtfertigt, wenn die Störung der geistigen Leistungsfähigkeit infolge einer nicht oder schlecht durchschlafenen Nacht größer ist als die Einbuße, welche eine nicht mehr gleichgültige Dosis bringt. Bei fortlaufender Medikation wird man eine geringe Überschreitung der völlig harmlosen Menge um so eher vornehmen, als bei mittleren Dosen die Spuren des schädlichen Einflusses bald zurücktreten. Wir haben es hier mit einem Falle der Gewöhnung zu tun, nämlich mit der Tilgung schädlicher Einflüsse durch fortlaufendes Einnehmen. Leider geht mit dieser Gewöhnung auch eine Erschöpfung der schlafferzeugenden Wirkung meist parallel, indem das Mittel in der ursprünglich ausreichenden Menge sich nicht mehr als wirksam erweist, und eine immer weitere Steigerung der Dosis nötig zu werden scheint. Aber es gibt noch eine weitere Art der Gewöhnung, die darin besteht, daß ein öfters genommenes Mittel zur Voraussetzung von Schlaf und Wohlbefinden wird, indem Verringerung der Dosis oder gänzliches Aussetzen starke Schlafstörung, Beeinträchtigung der geistigen Leistungsfähigkeit und des Gesamtbefindens zur Folge hat. Letzterer Form der Gewöhnung vorzubeugen, gehört zu den wichtigsten Aufgaben ärztlicher Fürsorge. Schädliche Nebenwirkungen dieser Art lassen sich im allgemeinen leicht durch periodisches Einnehmen, indem etwa von Zeit zu Zeit ein oder mehrere Tage völlig ausgesetzt wird, vermeiden, oder indem man einen Wechsel zwischen verschiedenen Schlafmitteln eintreten läßt.

Auch in dieser Hinsicht hat der psychologische Versuch wichtige Aufschlüsse ergeben, indem er uns Mittel kennen lehrte, die ohne jede Schädigung für einander eintreten, sich kombinieren lassen oder gegenseitig ablösen können.

Auf diese Weise hat die wissenschaftliche Forschung dem Arzt ausreichende Grundlagen geboten, um den erwünschten Erfolg ohne Schädigungen körperlichen und geistigen Befindens zu erreichen. Stellt aber der von uns betretene Weg tatsächlich den einzigen zu diesem Erfolge dar? Durchaus nicht. Es liegt uns auch völlig fern, einer extremen Schlafmittelbehandlung das Wort reden zu wollen; sie bildet nur ein Mittel, vor dem man im gegebenen Fall nicht zurückscheuen soll, dessen sparsamer Gebrauch aber von vornherein feststehen muß.

Der nächste und natürlichste Weg wird stets die Hygiene des Schlafes bleiben, die mit der allgemeinen Körper- und Geisteshygiene in innigstem Zusammenhang steht. Es ist hier nicht der Ort, einschlägige Fragen zu erörtern. Hervorgehoben muß aber werden, daß es im Vermögen eines jeden gesunden Menschen liegt, sich die wohltätigen Wirkungen des Schlafes dauernd zu sichern. Die Anpassungsfähigkeit des gesunden Individuums ist groß genug, um sich auf veränderte äußere Lebensbedingungen derart einzustellen, daß körperliche und seelische Funktionen ungeschädigt bleiben. Erst die Krankheit bringt eine Störung des Gleichgewichtes, und dann steht der Arzt vor der Frage, welches medikamentöse, physikalische oder diätetische Mittel zur Beseitigung der Störung angezeigt ist; der Kranke aber hat, wie die vorstehenden Ausführungen gezeigt haben dürften, Grund genug, sich auch einer medikamentösen Behandlung der Schlafstörungen durch den Arzt anzuvertrauen.

Lucrez und Darwin.

Von Prof. Dr. Walther May, Karlsruhe.

Kein anderes Werk des Altertums weist wohl so mannigfache Beziehungen zur Weltanschauung des Darwinismus auf wie das im ersten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung entstandene naturphilosophische Lehrgedicht des römischen Epikuräers *Titus Lucretius Carus* „Von der Natur der Dinge“. Es dürfte nicht ohne Interesse sein, diesen Beziehungen einmal im einzelnen nachzugehen. Ich lege dabei die Übersetzung *Knebels*¹⁾ zugrunde, von der *Goethe* dereinst schrieb, daß sie uns ein Gefühl gebe, als wäre der Dichter uns näher verwandt geworden.

Gemeinsam ist dem römischen Naturphilosophen und dem Begründer der Deszendenztheorie zunächst das mechanistische Erklärungsprin-

zip. Gleich im ersten Buch seines Gedichtes drückt *Lucrez* den Grundgedanken des Mechanismus und seinen Gegensatz zur Teleologie in folgenden Versen aus:

„Denn in der Tat, mit Bedacht und wohlüberlegeter
Weise
Haben die Stoffe sich nicht in gehörige Ordnung
gefüget
Noch den Vertrag gemacht zu Bewegungen unter-
einander,
Sondern da viele davon, auf mancherlei Weise
verändert,
Im unendlichen All durch Stöße getrieben, sich banden,
Jegliche Art des Vereins und jede Bewegung versuchend,
Sind sie endlich dadurch in solcherlei Lage gekommen,
Durch die jetzo die Summe geschaffener Wesen
besteht.“

Hier ist das Prinzip des Mechanismus zur Erklärung der Welt im Großen angewendet. Aber *Lucrez* bezieht es auch speziell auf die Organisationsverhältnisse der Tiere. Er bekämpft die teleologische Ansicht, daß die einzelnen Organe des Tierkörpers ihrer Funktion wegen geschaffen worden seien, so das Auge zum Sehen, das Ohr zum Hören, die Beine zum Laufen, die Hände zum Greifen und die Zunge zum Sprechen:

„Suche vor allem dich nur dem irrigen Wahn zu
entziehen,
Dich sorgfältig vor ihm mit möglichem Fleiße zu wahren,
Daß du nicht wähnest, es seien die glänzenden Lichter
der Augen
Dazu geschaffen, damit hinsehen wir können; auch
Bein und
Schenkel könnten, gestützt auf den untern Fuß, sich
nur deshalb
Beugen, um stattliche Schritte vorwärts zu setzen;
auch seien
Nur deswegen vereint mit der starken Schulter die
Arme
Und zu beiden Seiten als dienend die Hände gegeben,
Daß wir damit den Gebrauch der Lebensgeschäfte
verrichten.
Und was übrigens noch auf dergleichen Weise man
auslegt,
Ist im verkehrten Sinn und verdreht ein richtiges
Urteil:
Weil an dem Körper nichts des Gebrauches wegen
entstanden,
Sondern sich aus dem Entstandenen erst desselben
Gebrauch gibt.“

Mit ganz besonderer Entschiedenheit wendet sich *Lucrez* gegen die naive, lediglich den Nutzen des Menschen ins Auge fassende Teleologie:

„Ferner zu sagen, es sei dies herrliche Weltengebäude
Nur um der Menschen willen allein von den Göttern
geschaffen,
Solch preiswürdiges Werk sei also gebührend zu loben,
— — — — —
Übertreibungen solcherlei Art, mein Memmius, sind mir
Albern; wie könnte denn wohl den Unsterblichen,
Seligen etwas
Liegen an unserem Dank, daß unserthalben sie möchten
Irgend beginnen ein Werk?
— — — — —

Und welch Übel wär es für uns, wenn nie wir
geschaffen?

¹⁾ *T. Lucretius Carus*, Von der Natur der Dinge. Übersetzt von Karl Ludwig v. Knebel. Neu herausgegeben von Dr. Otto Güthling. Leipzig, Reclam, o. J.

Nur der Geborene mag so lange sich wünschen zu leben

Als die wonnige Lust ihn hält, wer aber zuvor nie Liebe zum Leben genoß, nie stand in der Lebenden Reihen,

Was verliert er dabei, wenn er niemals wurde geboren?“

Ferner erinnert der Dichter daran, welche ungeheueren Gebiete der Erde für den Menschen unbewohnbar sind: die von Tieren bewohnten Wälder, die Felsen, die ungeheueren Moräste, das Weltmeer und die durch die Glut der brennenden Sonne und den ewigen Eisfall verödeten Zonen. Er weist darauf hin, daß das, was der Mensch im Schweiß seines Angesichtes geschaffen hat, durch die Sonnenglut versengt, durch den Regen ersäuft, durch den starrenden Frost getötet oder durch des Windes Gewalt im tausenden Wirbel zerrissen wird. Und weiter fragt er, warum die Natur auf der Erde und im Meere reißende Tiere zum Schaden des Menschen erzeugt und nährt, warum der Wechsel des Jahres uns tödliche Seuchen bringt, warum sich der Tod an Kinder und Säuglinge wagen darf und warum das Menschenkind so viel hilfloser geboren wird als das Vieh und das Wild:

„Siehe, das Knäblein, es liegt, bedürftig jeglicher Hilfe, Einem Gescheiterten gleich, den die Wut der Wellen heranwarf,

Nackt am Boden das Kind, nachdem an die Küsten des Lichtes

Durch die Wehen es erst aus dem Schoße die Mutter hervorbracht.

Traurig füllt es umher den Ort mit Wimmern, wie recht ist

Dem, dem im Leben annoch so manches der Übel bevorsteht.

Aber wie anders wächst das Vieh, die Herden, das Wild auf,

Kinderklappern bedürfen sie nicht, noch schmeicheln der Ammen

Lallendes Kosen, auch nicht den Wechsel veränderter Kleidung

Nach der Wittrung des Jahrs, nicht brauchen sie Waffen noch Türme,

Um das Ihre zu schützen, denn alle versorget mit allem Reichlich die Erde selbst und Natur, die bildende Mutter.“

Während in den bis jetzt erwähnten Versen des *Lucrez* die allgemeinen Prinzipien angedeutet sind, nach denen er die Organismen beurteilt, legt er an anderen Stellen seine Ansichten über die Entstehung der Lebewesen im einzelnen dar. Der Grundgedanke ist, wie bei so vielen Philosophen des Altertums, das Hervorgehen der Pflanzen und Tiere durch Selbstzeugung aus der Erde. Zuerst entstanden die Pflanzen, die aus der neugeborenen Erde hervorsproßten wie Federn, Borsten und Haare aus den Leibern der Tiere. Später folgten die Tiere, die weder vom Himmel noch aus dem Meere stammen, sondern gleich den Pflanzen aus der Erde entsprossen sind:

„Denn nicht hat, wie mich dünkt, die Geschlechter lebender Wesen

Niedergelassen ein goldenes Seil vom Himmel zur Erde, Noch das Meer sie erzeugt, noch die felsanprallenden

Wogen,
Sondern die Erde, die jetzt sie nährt, die hat sie geboren.“

Noch jetzt entstehen gewisse kleine Tiere auf diese Weise, wieviel mehr mußten daher in früheren Zeiten erzeugt werden, da die Erde noch den Trieb und die Kraft der Jugend besaß. Von den Tieren schlüpften zuerst die Vögel aus den durch Urzeugung entstandenen Eiern, wie jetzt noch im Sommer die Heimchen freien Stückes die glattgerundeten Hüllen verlassen. Dann kamen die anderen Tiere aus Gebärmutterartigen Bälgen hervor, die aus dem Erdboden hervorsproßten, wo sich nur irgendein geeigneter Ort fand. Gleichzeitig lenkte die Natur Röhren nach den Stellen, wo die Tiere entstanden, und zwang die Erde, aus ihren geöffneten Adern einen milchartigen Saft zu ergießen, der den jungen Tieren zur Nahrung diente. So reichte die Erde dem Kinde die Speise, die Wärme das Kleid und der sanft aufschwellende Rasen das weiche Bett.

Unter den auf diese Weise durch Selbstzeugung entstandenen ersten Geschöpfen befanden sich auch verschiedene Arten von seltsam geformten Mißgeburten, Wesen mit doppeltem Geschlecht, Stumme und Blinde, Fuß- und Handlose und solche, die mit ganzem Leibe fest aneinander gewachsen waren. Diese Ungeheuer erzeugte die Erde aber umsonst, die Natur scheute ihre Vermehrung, und sie konnten die gewünschte Blüte des Alters nicht erreichen, sich keine Nahrung verschaffen und sich nicht in Werken der Liebe vereinigen. Nur diejenigen Formen, die irgendwelche günstigen Eigenschaften besaßen, konnten sich behaupten:

„Mehrere Arten demnach der Lebenden mußten schon damals,

Nicht zur Vermehrung geschickt, sich ganz von der Erde verlieren.

Denn die wir jetzt noch sehen der belebenden Lüfte genießen,

Diese schützt und erhielt, seit erster Entstehung derselben,

List und Stärke zum Teil, zum Teil das Vermögen zu fliehen;

Mehrere nahmen wir auch, die sich anempfohlen durch Nutzen,

Willig in unseren Schutz und brachten sie fort auf die Zukunft.

— — — — —
Aber welchen von ihnen es selbst versagt die Natur hat, Teils zu erhalten sich selbst, teils Nutzen zu schaffen dem Menschen,

Wessenwillen wir Schutz und Nahrung ihnen gewähren, Diese lagen nun da als Raub und als Beute der andern, Eingeschlungen ins Netz vom eigenen bösen Verhängnis, Bis die Natur zuletzt die Gattungen gänzlich vertilgt hat.“

In diesen Versen entwickelt *Lucrez* mit großer Klarheit das empedokleisch-darwinistische Prinzip der Naturauslese durch den Kampf ums Dasein, ohne es jedoch wie *Darwin* zur Erklärung der Ent-

stehung neuer organischer Formen zu benutzen. Ein Hervorgehen einer Tierart aus einer anderen lehrt *Lucrez* nicht, er betont vielmehr die Unveränderlichkeit der Arten, wenn er schreibt:

„Endlich, indem die Natur die Grenzen des Lebens
und Wachstums
Jedem nach Art bestimmt und unverbrüchlich ihr
Bund steht,

Was ein jegliches kann, was nicht erreichen es könne,
Nichts sich verändert, ja alles durchaus sein Wesen
so festhält,

Daß die Vögel sogar in den eigenen Gattungen immer
Ebendieselben Farben auf ihrem Gefieder uns zeigen;
So erhellet daraus, daß ein unvergänglicher Grundstoff
Untergeleget sei.“

Aber wenn *Lucrez* auch den eigentlichen Deszendenzgedanken noch nicht verkündet, so nähert er sich doch unseren heutigen Vorstellungen in vieler Hinsicht mehr als irgendein anderer Schriftsteller des Altertums. Ganz besonders gilt dies von seinen Ausführungen über die Entwicklung des Menschengeschlechtes. *Lucrez* nimmt zwar keinen wirklich tierischen Ursprung des Menschen an, aber doch ein Emporringen aus niederen, dem Tiere nahestehenden Formen. Das Menschengeschlecht der Urzeit war seiner Lehre nach härterer Natur als das heutige, hatte gewaltige Knochen und starke Sehnen und war abgehärtet gegen Frost, Hitze und ungewohnte Nahrung. Der Urmensch lebte dahin wie die Tiere des Feldes, in Wäldern und Höhlen, ohne Ackerbau, ohne Gesetz und Sitte:

„Da war keiner annoch des Pfluges rüstiger Lenker,
Keiner verstand mit Eisen zu lockern die müßigen
Äcker,

Oder das zarte Reis in den Schoß der Erde zu senken,
Oder den morschen Ast dem Baum mit der Hippe
zu nehmen.

Was die Sonn und der Regen verlieh, freiwillig die
Erde

Vorbracht, war ein Geschenk, das reichlich genügte
dem Herzen.

— — — — —
Noch verstanden sie nicht zu behandeln die Dinge mit
Feuer,

Nicht der Felle Gebrauch noch in Raub sich zu kleiden
der Tiere,

Sondern bewohnten die Haine, die Wälder und Höhlen
der Berge,

Bargen unter Gesträuch die schmutzigen Glieder,
gezwungen

Sich vor Regen und Wut der stürmenden Winde zu
schützen.

Auf das gemeinsame Wohl ward keine Sorge gerichtet,
Sitten kannten sie nicht, auch nicht den Gebrauch
der Gesetze.

Was der Zufall jeglichem gab, das nahm er zum
Raub hin.

Jeder nach seinem Trieb nur besorgt für Leben und
Wohlsein.“

Erst allmählich lernten die Menschen, Hütten zu bauen, Felder zu bestellen, Kleider zu fertigen und Feuer zu benutzen. Sie taten sich zu Familien zusammen und wurden milderer Sinnes: „Nachher als sie sich Hütten verschafft und Feuer und Felle,

Und mit dem Manne das Weib begann zusammen-
zuwohnen,
Als die ergötzliche Frucht der keuschen Ehen erkannt
ward

Im gesonderten Liebesverein und man Kinder er-
blühen sah,

Da erst nahm das Menschengeschlecht die weichere
Bildung.“

Jetzt entstand auch das Bedürfnis der Sprache. Die Natur zwang den Menschen, mannigfache Laute auszustoßen, das Bedürfnis erpreßte der Dinge Benamung. Es erscheint dies dem Dichter nicht wunderbar, denn selbst die Tiere bringen, obgleich sie von Natur stumm sind, bei Furcht, Schmerz und Freude verschiedene Laute hervor:

„Rümpft der molossische Bracke die weichen, bangen-
den Lippen,

Wenn man ihn reizt, und knurrt und zeigt die ent-
blößeten Zähne,

Dann ist anders der Laut, womit sein fleischender
Grimm droht,

Als wenn mit lautem Gebell er ringsher alles erfüllet.
Doch wenn die Jungen er nun mit schmeichelnder
Zunge belecket,

Sie mit den Pfoten kollert, mit zärtlichen Bissen sie
anfällt,

Und mit behutsamem Zahn gleichsam zu verschlingen
sie scheint,

Gleicht bei weitem dann nicht sein schmeichelndes
spielendes Klaffen

Jenem, wenn eingesperrt er das Haus durchheulet,
noch wenn er

Winselnd den Schlägen entflieht, mit eingezogenem
Rücken.

Und dann scheint nicht auch verschieden das
Wiehern der Rosse,

Wenn der blühende Hengst voll Jugendkraft im
Gestüte

Tobt, vom Sporne gereizt des flügelbeschwingeten
Gottes;

Oder zu anderer Zeit aufwiehert mit zitternden Gliedern
Und zum Kampfe bereit durch die Nüstern schnaubet
und aufbraust?

Endlich verschiedene Arten der Vögel, des bunten
Geflügels,

Habicht, Adler und Möven, die wohnen auf Wogen
des Meeres,

Und auf der salzigen Flut sich Nahrung suchen und
leben,

Geben von sich zu anderer Zeit ganz andere Stimmen,
Als wenn sie zanken um Raub und sich um die
Nahrung bekämpfen.

Teils verändern sie auch mit dem Wetter ihr rauhes
Gekrächze,

Wie das bejahrte Krähengeschlecht und die Schwärme
der Raben:

Alsdann sagt man von ihnen, sie forderten Wasser
und Regen,

Riefen zuweilen mit ihrem Geschrei die Winde und
Stürme.“

In diesen Versen offenbart sich uns *Lucrez* als scharfer Naturbeobachter, der den Regungen der Tierseele mit Verständnis gefolgt ist. Was er sodann noch über die Erfindung des Feuers und der Kochkunst, die Gründung der Städte, die Entstehung der Religion, die Gewinnung und den Gebrauch der Metalle, die Entwicklung der

Waffen, der Kleidung, der Webkunst, des Ackerbaues, des Gesanges, der Musik, des Kalenders, der Dichtung und der Schrift ausführt, erinnert ganz an eine moderne kulturgeschichtliche Darstellung. —

Nicht weniger hervorragend als dieser Abschnitt über die Entwicklung des Menschengeschlechtes ist der Teil des Lehrgedichtes, der über die Geschlechtsliebe handelt. Der Übersetzer *Knebel* nennt ihn sowohl im Ethischen als auch im Physiologischen unübertrefflich. *Lucrez* berührt hier auch die Erscheinungen der Vererbung:

„So bringt Venus hervor den Wechsel verschiedener Bildung,

Von Voreltern stellt sie uns dar die Züge, die Stimme;
Auch die Haare sogar: denn auch diese sind aus bestimmtem

Urstoff, wie das Gesicht und alle die Glieder des Körpers.“

Lucrez übernimmt die hippokratische Vererbungstheorie, nach der das Kind demjenigen der beiden Eltern gleicht, von dem mehr und kräftigerer Samen herkommt. Die unterbrochene Vererbung erklärt er in ähnlicher Weise wie *Darwin* durch eine Übertragung der Stoffe in schlummerndem Zustand:

„Auch bisweilen geschieht, daß Kinder den Eltern der Eltern

Ähnlicher werden, ja oft den Vorderehnen noch gleichen.
Dieses entspringt, weil oft sich verheimlichen mehrere Stoffe,

Auf verschiedene Weise gemischt im Blute der Eltern,
Welche sich nach und nach in der Folge der Zeugungen kundtun.“

Erinnern wir noch daran, daß auch *Darwins* Großvater *Erasmus* seine naturphilosophischen Ideen in Form von Lehrgedichten vortrug und dabei bewußt den *Lucrez* zum Vorbild nahm, so vermehren sich noch die Fäden, die die Namen *Lucrez* und *Darwin* miteinander verknüpfen.

Besprechungen.

Stähler, A., Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie. Vierter Band, Erste Hälfte. Spezieller Teil: Gase, Kolloide, Metalle. Leipzig, Veit & Comp., 1916. 314 S. und 116 Abbildungen. Preis geh. M. 12,—.

Der allgemeine Plan des groß angelegten Werkes ist in früheren Besprechungen („Naturwissenschaften“ 1914 S. 873, 1916 S. 392) dargelegt worden. Es ist dankbar zu begrüßen, daß dem Verfasser und dem Verlag auch unter den Härten und Hemmungen dieser Zeit die Fortführung gelingt. Der vorliegende Halbband enthält ganz besonders wohlgelungene Abschnitte. Freilich mutet die Liste der Verfasser-namen an wie ein Gruß aus fernliegenden guten Tagen, als noch die Nationen Kenntnisse und Erfahrungen gern über die Landesgrenzen hinüberreichten und willig herübernahmen. Das ganze große Kapitel „Darstellung von Gasen“ wurde aus England, Amerika und der französischen Schweiz beige-steuert; die Verfasser sind *Ramsay* (London), *Noyes* (Urbana Ill.) und *Guye* (Genf). Die Namen sagen dem Kundigen,

daß er hier nicht aus der Literatur zusammengetragene Angaben finden wird, sondern aus reichster eigener Erfahrung entstammende Mitteilungen zu erwarten hat. *Ramsay* gibt seine Darstellung in Form eines überaus reizvoll geschriebenen Abrisses der Entdeckungsgeschichte der Edelgase. Von *Noyes* rühren die Angaben über die Darstellungsweisen von Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlendioxyd her. In einem umfangreichen Kapitel von etwa hundert Seiten behandelt *Guye* die übrigen Gase, bei jedem die wichtigsten Bildungsweisen, die gebräuchlichen Darstellungsmethoden, die physikalischen, die chemischen und die physiologischen Eigenschaften, eine wahre Fundgrube von nützlichen, durch die bewährtesten Hände geprüften Angaben. In einem Anhang dazu beschreibt der Herausgeber zusammen mit *Kurt Apparat* zur Gasentwicklung.

Auf gleicher Höhe wie die vorhergehenden Abschnitte steht die „Darstellung und Behandlung kolloider Stoffe“. Auch hier nimmt ein Forscher ersten Ranges, *The Svedberg* (Upsala), das Wort und gibt einen vorzüglichen Überblick über die anorganische Kolloidchemie. Er behandelt zunächst die Untersuchungsmethoden wie die Bestimmung der Teilchengröße, der Brownschen Bewegung und der osmotischen Eigenschaften, der elektrischen Kataphorse und der Stabilität. Sodann die verschiedenen Methoden zur Darstellung der Kolloide.

Den Schluß des Halbbandes bildet die „Darstellung von Metallen und Legierungen“ von *E. Rudolphi* (Berlin) und *L. Weiß* (Barmen). Dieses Kapitel fällt insofern etwas aus dem Rahmen heraus, als die geschilderten Methoden nicht eigentlich Arbeitsmethoden der Laboratoriumspraxis sind. Es werden die in der Technik der Metallhüttenkunde üblichen Verfahren in ausführlicher und sachgemäßer Darstellung gebracht. Der Referent hegt aber einigen Zweifel, ob der großen Mühe, welche die Verfasser, insbesondere der Erstgenannte, sich gegeben haben, die Zahl der im Handbuch der Arbeitsmethoden über diese Fragen Rat Suchenden entsprechen wird.

Im ganzen muß das günstige Urteil, das über die früher erschienenen Bände ausgesprochen werden konnte, diesem neuen Teil gegenüber nicht nur aufrecht erhalten, sondern noch verstärkt werden. Man wird zu dem Werke nicht nur greifen, um sich über bestimmte Fragen Rat zu holen, sondern wird mit größtem Nutzen ganze Kapitel durchlesen, um auf Schritt und Tritt Anregungen für experimentelles Arbeiten zu empfangen. *Alfred Coehn, Göttingen.*

Kohlrausch, F., und L. Holborn, Das Leitvermögen der Elektrolyte, insbesondere der wässerigen Lösungen. Methoden, Resultate und chemische Anwendungen. Zweite vermehrte Auflage. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1916. XV, 237 S., 68 in den Text gedruckte Figuren und eine Tafel. Preis geh. M. 7,50, geb. M. 8,75.

Der Meister physikalischer Präzisionsmessungen hat in seiner Methode zur Bestimmung elektrolytischer Widerstände ein einfach zu handhabendes und zuverlässiges Instrument angegeben, mit dem er selbst in Gemeinschaft mit einer Anzahl von Mitarbeitern ein großes Material zusammentrug, das sich der Wissenschaft nach verschiedenen Richtungen als nützlich erwiesen hat. Als *Kohlrausch* und *Holborn* im Jahre 1898 in der ersten Auflage des vorliegenden Buches eine Zusammenstellung der Ergebnisse brachten, war die Arbeitsmethode bereits so vollkommen durchgear-

beitet, daß die Zeit nichts mehr daran zu ändern fand. Und so bemerkt man in der zweiten Auflage keine wesentliche Änderung, die das *Verfahren* betrifft. Dagegen hat sich der Umfang der Untersuchungen seitdem erheblich und nach verschiedenen Richtungen erweitert. Die von *Holborn* besorgte Neuauflage bringt hier eine kritische Sichtung, die ein übersichtliches Bild vom Stande unserer Kenntnisse gewährt. Von Neuerungen sei hervorgehoben die Zusammenfassung der bekannten Grenzwerte der Temperaturkoeffizienten verdünnter Lösungen zu einer einheitlichen Tabelle und die Einfügung der von *Noyes* festgestellten Werte für die Leitfähigkeit bei hohen Temperaturen.

Alfred Coehn, Göttingen.

Buchholz, Hugo, Angewandte Mathematik. Das mechanische Potential und seine Anwendung zur Bestimmung der Figur der Erde (Höhere Geodäsie). Mit einem ergänzenden Anhang über das elastische und hydrodynamische Potential (Auf Grund von Vorlesungen *Ludwig Boltzmanns*). Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1916. XXXVIII, 820 S. und 237 Figuren. Preis geb. Mark 30.—.

Das vorliegende Werk, das bereits nach 8 Jahren eine zweite Auflage erlebt hat, führt den mehrdeutigen Titel „Angewandte Mathematik“ und zerfällt in drei Teile, deren jeder für sich bestehen könnte. Vielleicht wäre eine Trennung in 3 Bände, namentlich in praktischer Hinsicht, vorteilhaft gewesen. Der erste Teil, die Potentialtheorie, der als Einleitung betrachtet wird, aber einen recht vollständigen Abriß bildet (246 Seiten), und der dritte, der die Anwendung auf die Physik gibt, und als Anhang bezeichnet wird (208 Seiten), beruhen auf Vorlesungen *Boltzmanns*. Die außerordentlich anschauliche und leicht faßliche Darstellung, die in das Lehrtalent und die Eigenart dieses ausgezeichneten Gelehrten und Lehrers einen Einblick gewährt, hat der Verfasser in seiner, wenigstens in der Form unabhängigen Bearbeitung, in vollständiger Durchdringung der Gedankengänge *Boltzmanns* offenbar in ihrer ursprünglichen Frische wiedererstehen lassen. Der zweite und Hauptteil, der dem Buche seinen Untertitel gegeben hat (350 Seiten), schließt sich einestheils an *Clarks* Geodäsie an und gibt zum anderen Teil eine Ausführung der klassischen, in Gaußscher Kürze abgefaßten Abhandlung von *Bruns*: die Figur der Erde. Damit ändert sich auch sozusagen die Klangfarbe der Darstellung. Selbst Äußerlichkeiten sind verschieden, z. B. werden im zweiten Teile öfter alte Maße (Meilen und Fuß) benutzt. Trotz dieser Verschiedenartigkeit der einzelnen Abschnitte, welche die Fähigkeit des Verfassers, sich verschiedenen Geistesrichtungen anzupassen, zeigt, gehen durch das ganze Werk gewisse Züge, die ihm eigentümlich sind. Zunächst ist die Auswahl des Stoffes, die bei Lehrbüchern immer eine Schwierigkeit bildet und den Autor oft nötigt, sich mit Gegenständen, die ihn nur wenig interessieren, eingehend zu beschäftigen, hier so getroffen, daß nur die Grundlagen und Hauptprobleme behandelt werden, diese aber gründlich und vielseitig beleuchtet werden. Hiermit steht im Zusammenhang, daß möglichst alles, was zum strengen Beweise nötig ist, in dem Werke selbst vereinigt ist, und dies hat eben die Zusammenfassung in einem Bande veranlaßt. Auch manche Ableitungen, die man in anderen Lehrbüchern suchen würde, sind aus demselben Grunde eingefügt, wir erwähnen nur den Grundsatz der Variationsrechnung, die Zugaben über konfokale und über konzentrische Ellipsoide, über orthogonale Transformationen, über Ausgleichung nach

bedingten Beobachtungen, schließlich als Anhang die Formeln der ebenen und sphärischen Trigonometrie. Mit demselben Rechte hätten auch die Grundsätze der Theorie der Kugelfunktionen, die mathematische Definition der Kristallsysteme u. a. m. beigelegt werden können. Bei astronomischen Voraussetzungen wird auf die von demselben Verfasser herrührende Neubearbeitung der theoretischen Astronomie von *Klinkerfues* verwiesen.

Von einer Inhaltsangabe soll hier abgesehen werden, da außer dem Inhaltsverzeichnis die einleitenden Bemerkungen zur zweiten Auflage einen ausführlichen Überblick geben, auch die Besprechung im 46. Jahrgang der Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft durch Prof. *Anding* in der Hauptsache auch für die zweite Auflage ihre Gültigkeit behält. Ebenso wenig soll auf Einzelheiten eingegangen werden. Im ganzen betrachtet ist das Buch in erster Linie ein theoretisches; es ist nicht darauf angelegt, dem praktischen Rechner eine Handhabe zu sein. Der größte Teil desselben wird für einen Studierenden der Mathematik im vierten Semester zugänglich sein, es bietet aber auch dem Fachmann vieles in bezug auf die Ausgangspunkte seiner Wissenschaft und manches, was in verschiedenen Schriften zerstreut ist, in einheitlicher Zusammenfassung. Im ersten Falle ist der flüssige Gang seiner Entwicklungen, im zweiten die Strenge und Gründlichkeit seiner Beweise willkommen.

A. Galle, Berlin-Potsdam.

Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie, herausgegeben von *Leopold Pfaundler*, 4. Bd., 5. Buch, Magnetismus und Elektrizität, III. Abteilung. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1914. XV, S. 976—1492, 312 Abbild. und 5 Tafeln. Preis M. 14.—.

Infolge des Krieges ist es seinerzeit unterblieben, an dieser Stelle schon früher darauf hinzuweisen, daß die Neuausgabe des ebenso bekannten wie beliebten Lehrbuchs mit Herausgabe des III. Bandes der Elektrizitätslehre abgeschlossen vorliegt. Die Stromleitung in Gasen getrennt nach selbständiger Strömung; die elektrischen Strahlen und die Theorie der Gasionen stammen ebenso wie die Elektronentheorie der Metalle und die Radioaktivität von *W. Kaufmann-Königsberg*, der auch die beiden ersten Bände der Elektrizitätslehre bearbeitet hat. *Kaufmann* hat mit der Bewältigung einer Gesamtdarstellung der Elektrizitätslehre eine ganz außerordentliche Arbeit geleistet, die um so mehr anerkannt werden muß, als sich die Darstellung keineswegs auf alte Quellen stützt, sondern auch die neueren Gebiete in weitem Maße berücksichtigt. So fehlt, um nur ein Beispiel zu nennen, nicht ein Abschnitt über die modernen Atommodelle. *Kaufmann* hat durch die völlige Neubearbeitung der Elektrizitätslehre diesen wichtigen und früher arg veralteten Teil des Werkes auf die gleiche Höhe gebracht, wie bei der vorigen Ausgabe *Lummer* die Optik und der Wert des Lehrbuches ist dadurch erheblich gehoben.

Die beiden Schlußkapitel, Nr. 15 und 16, stammen von *A. Nippoldt* und behandeln Erdmagnetismus und Erdelektrizität. Auch *Nippoldt* hat in jeder Weise den neueren Forschungen Rechnung getragen, die kurze Zusammenfassung der der Laboratoriums-Physik etwas fernerer Gebiete wird manchem Physiker erwünscht sein. Erwähnt sei als ein Beispiel nur die Deutung des Nordlichtes durch korpuskulare Strahlen oder ein schönes Stereophotogramm einer Nordlicht-Draperie.

R. Pohl, Berlin.

Linke, F., Die meteorologische Ausbildung des Fliegers.

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1917. 92 Seiten mit 37 Textabbildungen, 4 Wolkenbilder, 5 farbige Wetterkarten und 4 Tabellen. Preis geb. M. 3,—.

Die erste Auflage des vorliegenden Buches kam im Jahre 1913 gerade zur rechten Zeit, um während des großen Aufschwunges der Flugtechnik in den Kriegsjahren den zahlreichen neuausgebildeten Fliegern eine Einführung in die für die praktische Luftfahrt wichtigen meteorologischen Erscheinungen zu bieten. Nach kurzer Zeit ist der ersten die zweite, erweiterte Auflage gefolgt. Die Erweiterungen betreffen zumeist Erscheinungen, auf welche die praktische Luftfahrt in den letzten Jahren hingewiesen hat, wie z. B. die Geschwindigkeitsänderungen des Flugzeuges beim Durchstoßen von Schichtungen u. a. Die Gliederung des Stoffes ist die alte geblieben: die drei Hauptabschnitte beschäftigen sich mit den meteorologischen Instrumenten des Fliegers, den Luftbewegungen und ihren Störungen und schließlich der Wetterkarte und dem Wetterdienst. Dem Verf. ist es auf Grund seiner vielfachen Berührung mit der praktischen Luftfahrt gelungen, die für den Flieger wichtigsten meteorologischen Erscheinungen aus dem umfassenden Gebiet der Meteorologie herauszuheben und in leichtverständlicher, durch geschickt gewählte Abbildungen unterstützter Darstellungsweise darzubieten. Die Bedeutung des Buches geht aber meiner Ansicht nach über das besondere Anwendungsgebiet hinaus. Es wird daneben nicht nur für den Motorballon- und Freiballonführer von Wert, sondern auch überall dort zu empfehlen sein, wo dem für meteorologische Probleme interessierten Laien ein kurzer Leitfaden zur Einführung in die Meteorologie genannt werden soll. Denn gerade auf dem Umweg über die Luftfahrt wird dem Laien das Verständnis meteorologischer Probleme besonders leicht zu vermitteln sein.

P. Ludewig, Freiberg i. S.

Prochnow, Oscar, Fliegerwetterkunde. Mannheim und Leipzig, F. Neumann, 1916. III, 32 S. Preis M. 4,—.

Das Buch ist ein Kind seiner Zeit. Das starke Bedürfnis nach Fliegern, das der Krieg gezeitigt hat, macht eine abgekürzte Ausbildung derselben in den Hilfswissenschaften nötig. Prochnow, der selbst Lehrer an der Beobachter- und Fliegerschule der Fliegerersatzabteilung Köln ist, hat daher mit praktischem Sinne die Notwendigkeit erkannt, an die Stelle der sonst üblichen textlichen Darstellung möglichst einen Unterricht durch Bilder treten zu lassen. Auf dem Raume von 32 Seiten ist der Versuch gemacht, das Wichtigste aus dem Gebiete der Wetterkunde zusammenzutragen. Ob das Buch diesen Anforderungen gerecht werden kann, erscheint mir fraglich; es macht viel mehr den Eindruck eines Repetitoriums als den einer Einführung für einen mit dem Stoffe unvertrauten Leser. Angesichts des Bestrebens, möglichst zu kürzen, ist die fast kindliche Darstellung der Vergleichsgeschwindigkeit für die Schätzung der Windstärke (S. 2), namentlich aber die Beigabe der doch noch recht hypothetischen, für den Flieger gar nicht wissenswerten Zusammensetzung der Luft bis zu 140 km Höhe (S. 6) nicht verständlich. Wenn ich noch darauf hinweise, daß manche falsche Darstellung sich eingeschlichen hat, wie z. B. auf S. 11, die *geschlossene* Berg- und Talströmung — was würde J. v. Hann sagen, daß seine Arbeit noch immer nicht bekannt ist! —, geschieht es nur, um den Verf. für die 2. Auflage seines in der Idee vortrefflichen Werkes zu einer ersten Umarbeitung zu veranlassen.

A. Schmauß, München.

Brehms Tierleben. Vierte, vollständig neubearbeitete Auflage. Zweiter Band: Vielfüßler, Insekten und Spinnenkerfe. Von Richard Heymons. Mit 387 Abbildungen im Text, 20 farbigen und 26 schwarzen Tafeln und einer Kartenbeilage. Leipzig und Wien, Bibliograph. Institut, 1915.

Die Neubearbeitung des Insektenbandes des „Neuen Brehm“ war eine schwere Aufgabe und stellte hohe Anforderungen an den Bearbeiter; denn in keiner anderen Tierklasse ist unser Wissen in den letzten Jahrzehnten so erweitert und teils auch so stark umgestaltet worden als bei dem Riesenheer der Insekten, das an Artenzahl alle übrigen Tierklassen zusammengekommen noch weit übertrifft. Die Bearbeitung war um so schwieriger, als trotz des enormen Umfangs des Gebietes nur 1 Band zur Verfügung stand, der außerdem auch noch die Tausendfüße und Spinnen aufzunehmen hatte. Diese Beschränkung ist nicht gerechtfertigt. Wenn man für die Amphibien und Reptilien zusammen 2 Bände bewilligte, so mußten den Insekten mindestens ebenso viel Bände zugestanden werden, zumal das allgemeine Interesse für die Insekten in stetem Wachsen ist und auch die hohe Bedeutung, welche diese Tiere in unserem gesamten Wirtschafts- und Kulturleben einnehmen, im Volke immer mehr erkannt wird. Wir sprechen die bestimmte Hoffnung aus, daß bei einer weiteren Neuauflage die Insekten mindestens 2 Bände füllen werden.

Wenn trotz der gewaltsamen Beschränkung der Insektenband keine Mißgeburt geworden ist, so ist dies der meisterhaften Beherrschung des Stoffes durch Heymons zu danken, der, da über dem Stoff stehend, sich nicht in kleinliche Einzelheiten verlor und es wie kaum ein Zweiter verstand, das Unwesentliche vom Wesentlichen zu trennen und für jede Gruppe die charakteristischen Züge in wunderbarer Klarheit, Kürze und Anschaulichkeit herauszuarbeiten. Die Erwartungen, die wir an den neuen Insektenband geknüpft hatten, sind nicht nur erfüllt, sondern weit übertroffen, und wir können dem Verlag gratulieren, daß er in Heymons den Mann gefunden hat, der das scheinbar Unmögliche möglich gemacht hat. Mit wahrem Entzücken habe ich den Band gelesen und habe ihn weggelegt mit dem Empfinden, ein klassisches Werk vor mir zu haben. Die Gründlichkeit, die Genauigkeit der Angaben, die kristallene Klarheit und Einfachheit der Sprache, das Herausheben des Typischen sind die hervorstechendsten Vorzüge des neuen Textes.

Mit besonderer Genugtuung ist es zu begrüßen, daß Heymons der *angewandten Seite* der Insektenkunde in weitgehendem Maße Rechnung getragen hat. Die wichtigsten Schädlinge, deren Zerstörungen unserer Forst- und Landwirtschaft jährlich Unsummen kosten, ebenso die hauptsächlichsten auf Mensch und Tier lebenden parasitischen Insekten sind dem neuesten Wissensstande entsprechend behandelt, und zwar in einer für die erste Orientierung völlig genügenden Weise. So steht zu hoffen, daß durch die Neubearbeitung die Wichtigkeit der angewandten Entomologie immer weiteren Kreisen zu Gemüte geführt wird.

Bezüglich des Systems ist Heymons dem neuesten Standpunkt gefolgt. Bezüglich der Nomenklatur stellt er sich auf einen gemäßigten Standpunkt, indem er althergebrachte Namen von allbekannten Insekten beibehält (entgegen den extremen Forderungen der Prioritätsportleute!).

Nun ist zum größten Teil das Bildermaterial, das alles Lob verdient und sich dem Text würdig anreicht.

Sowohl die bunten Tafeln (hauptsächlich von *Morin* und *Flandersky*), als auch die schwarzen Tafeln und Textfiguren geben die Formen, Farben, Stellungen usw. der verschiedenen Insekten meist in getreuester Weise wieder. Unter den schwarzen Tafeln verdient die Darstellung der Weberameisen besonderes Interesse, da hier (zum ersten Male in einem populären Werk) die eigentümliche Kettenbildung der die Blattränder zusammenhaltenden Arbeiter zu sehen ist.

Zusammenfassend können wir sagen, daß die Heymonsche Neubearbeitung ein Meisterwerk darstellt, wie ein solches in der gesamten Insekten-Weltliteratur nicht existiert und auf das Deutschland stolz sein kann.

K. Escherich, München.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Reisen in Westsibirien.

In der Fach-Sitzung am 19. März 1917 hielt Dr. R. Pohle, Petersburg, einen Vortrag mit Lichtbildern über seine im Sommer 1913 ausgeführten Reisen in Westsibirien, die ihn im Gouvernement Tobolsk auf dem Ob und dessen Nebenflüssen bis an die Küste des sibirischen Eismeers führten. Die Hauptstadt eines großen Teiles der sibirischen Tiefebene, Tobolsk, liegt in 58° nördlicher Breite am Irtysh, jenem großen Nebenflusse des Ob, der dem Hauptfluß an Länge und Wasserführung nicht viel nachgibt. Fährt man mit dem Dampfer stromabwärts, so passiert man an den Ufern Tartarendörfer, deren kleine Holz-Moscheen durch Minarets als solche kenntlich sind. Dann folgen russische Dörfer, die namentlich gegen Samarowo hin dicht gesät sind. Wie bei vielen anderen russischen Flüssen ist auch beim Irtysh der Unterschied zwischen dem hohen bewaldeten rechten Bergufer und dem niedrigen linken Wiesenufer, das aus Flußanschwemmungen besteht und vielfach in Inseln aufgelöst ist, außerordentlich charakteristisch. Waldbrände sind hier so häufig, daß sogar die Fahrpläne der Dampfergesellschaften den Vermerk enthalten, daß bei Waldbränden die Fahrzeiten nicht innegehalten werden können. Bei dem riesenhaften Waldbrand des Jahres 1911 war Tobolsk in dichten Rauch gehüllt, so daß die Atmung daselbst sehr erschwert wurde. Bei Samarowo verbreitert sich der Strom. Hier findet man an einem interessanten Aufschluß des rechten Bergufers gelbe geschiebefreie Tone, die sich nicht mehr als Moränen des Gletschers erweisen, der sich in der Eiszeit vom Ural-Gebirge herabkommend 600 km weit bis in diese Gegend erstreckte. Vor der Mündung in den Ob verzweigt sich der Fluß in mehrere Arme. Das Gefälle ist hier noch gering, und bei Hochwasser kommt es gelegentlich vor, daß die Strömung sich umkehrt und das Wasser des Ob sich in den Irtysh ergießt.

Am Ob ändert sich der Charakter der Landschaft. Der Strom erreicht die stattliche Breite von 3 km und große Schwärme von Enten, Gänsen und Schwänen beleben die Wasserfläche. Bevor der Fluß die Gegend des unter dem 64. Breitengrad gelegenen Beresow erreicht, teilt er sich in zwei Arme, den großen und den kleinen Ob. Beresow selbst liegt 40 km stromaufwärts an einem linken, vom Ural herabkommenden Nebenfluß, der Soswa, die das gleiche trübe Wasser führt wie der Ob selbst. Die Inselvegetation ist hier völlig vom Wasserstand abhängig. Auf den höheren Teilen wachsen Wiesengräser, auf den niedrigen Riedgräser. Bei einem Ausflug nach Westen zeigte sich, daß hier

der Nadelwald (Zirbelkiefern, Lärchen, Kiefern und Fichten) mit Hochmooren (Krüppelkiefern) wechselt. Darunter fand sich schon in 1½ m Tiefe die ständig gefrorene Bodenschicht, der sibirische Eisboden. Von Beresow ging die Fahrt weiter stromabwärts auf einem Dampfer, welcher der Stabilität wegen seitlich mit einer gleich großen Barke verbunden war, die das für die Feuerung des Kessels erforderliche Holz trug. Je weiter man nach Norden kam, um so mehr wurde die Lärche zum vorherrschenden Baum. Der letzte größere Ort am Ob, der hier seine größte Breite erreicht, ist das, gerade unter dem nördlichen Polarkreise an der Einmündung des von Südosten kommenden Polui gelegene Dorf Obdorsk mit 1425 Einwohnern. Seine große Bedeutung beruht darauf, daß sich hier der ganze Handel des Nordens konzentriert, insbesondere auch die Fischerei des Ob-Busens. Im Winter findet ein großer Jahrmakkt statt, zu dem die Besucher sowohl vom Ural, wie von Orten des Jenisseigebietes kommen, die in Luftlinie mehr als 1500 km entfernt sind. Die Trunksucht ist hier gewaltig verbreitet. Im Jahre 1911 wurden von Süden für 1,7 Mill. Mark Waren eingeführt und der Handel mit Pelzwerk und Daunen erreichte 420 000 Mark. Obdorsk liegt am Rande der arktischen Tundra, die mit Zwergbirken und Kleinsträuchern bewachsen ist. Der etwa 100 km entfernte Ural, der hier in seinem Verlauf am weitesten nach Osten abbiegt, ist deutlich zu sehen. Auf den Inseln unterhalb Obdorsk bekommt die Vegetation einen anderen Charakter. Süße Gräser spielen auf dem sehr niedrig gelegenen Land nur noch eine geringe Rolle, Ried- und Wollgräser herrschen vor. Am Südufer des Ob-Busens wird die Waldgrenze erreicht. Auf einem Dampfer, der bis in den Tas-Busen fahren und dort gegen Salz und Fischereigeräte aller Art Fische einhandeln sollte, verließ der Reisende am 14. Juli Obdorsk und erreichte nach dreitägiger Fahrt die Barre des Ob, auf welcher die Wassertiefe nur 7½ Fuß war, so daß der Dampfer mehrere Tage warten mußte, bis der Wasserstand die nötige Höhe erreicht hatte. Auf dieser Fahrt traten die ganzen Mängel in der Organisation der Schifffahrt auf dem unteren Ob zutage: Der Kapitän war noch nie auf einer meerähnlichen Fläche gefahren und fand sich auf dem weiten Meerbusen nicht zurecht. Die Kompassse waren in Unordnung und eine ordentliche Seekarte fehlte. Im südlichen Teil des Ob-Busens hat das Wasser noch die gleiche kaffeebraune Farbe wie im Delta des Ob, erst weiter unterhalb, wo der Salzgehalt größer ist, das Wasser aber noch trinkbar bleibt, wird es klar. In 68° nördlicher Breite war der Boden jetzt, im Hochsommer, schon von 40 cm Tiefe an gefroren. Auf der namenlosen Halbinsel, die den Ob-Busen vom Tas-Busen trennt, geht die Waldgrenze beträchtlich weiter nach Norden. Es gelang schließlich trotz der Eisschwierigkeiten in den Tas-Busen vorzudringen, in dessen südöstlichen Zipfel sich der Tas in fünf Mündungsarmen ergießt. Von dort wurde die Rückfahrt über Obdorsk nach Beresow angetreten.

Die eigentliche Urbevölkerung des Gebietes sind die Ostjaken, die hauptsächlich von Jagd und Fischerei leben. Ihre Hütten haben einen quadratischen Grundriß und werden, wie im östlichen Finland bei den Karelen, durch einen Kamin geheizt, während der gemauerte Ofen eine Eigentümlichkeit der Russen ist. An den Wänden sind Pritschen mit Bretterverschlagen angebracht. Die Ostjaken leben in einem gewissen Wohlstand und sind nach dem Buchstaben des Gesetzes noch heute Besitzer des ganzen Grund und Bodens. Neuerdings aber werden sie von den russi-

schen Pächtern, die sie nicht mit Geld, sondern mit Waren bezahlen, stark ausgebeutet. Auch tut die Regierung nur wenig für sie. So befindet sich z. B. in einem am Kasym-Flusse gelegenen Kirchspiel, das allein 1500 Seelen männlichen Geschlechts zählt, nicht eine einzige Schule. Den größten Teil ihres Unterhaltes verdienen sie durch Fischfang. Mit den Zugnetzen, die im Ob gebräuchlich und 1 bis 1½ km lang, 16–18 m tief sind, werden oft ganze Flußabteilungen ausgefischt. Leider aber wird die ungeheure Menge der gefangenen Fische schlecht gesalzen und schlecht behandelt, so daß sie an Wert beträchtlich einbüßen. Aus dem Umstande, daß sich trotzdem der Tausende von Kilometern lange Landtransport mit Renntieren und die lange Bahnfahrt nach dem südlichen Ural bzw. nach Moskau für ungesalzene, gefrorene Fische lohnt, läßt sich ermessen, wie billig die Fische an Ort und Stelle eingekauft sein müssen.

Die Samojeden spielen eine weit geringere Rolle, weil sie nur die arktische Tundra als Renntiernomaden bewohnen.

Das interessanteste Volk des Gebietes sind zweifellos die Syrjänen, die nüchtern und strebsam sind, weil sie sich nicht von den Russen beeinflussen lassen. Sie haben sich auch ein großes Verdienst dadurch erworben, daß sie in 64° nördlicher Breite den Ackerbau eingeführt haben, der sonst schon in 60° aufhört. Dies ist um so anerkennenswerter, als der Fischfang im allgemeinen viel bequemer ist und den Mann leichter ernährt. Bei Beresow trifft man auf einer Insel die ersten Anfänge einer geregelten Vieh- und Milch-Wirtschaft. Es sind dort 40 Kühe vorhanden, die Milch wird mittels eines Separators verbuttert und die Butter zu einem für dortige Verhältnisse hohen Preis von einer Mark pro Pfund verkauft. Der Elch kommt überall vor; er geht aber nicht nördlich über Beresow hinaus; wilde Renntiere finden sich überall da, wo Herdenrenntiere fehlen. Für die Jagd ist indessen das wichtigste Tier das Eichhörnchen, dessen Felle einen wichtigen Handelsartikel bilden. Auch der Holzreichtum kommt wirtschaftlich sehr in Betracht, obgleich viel Wald durch Brände vernichtet wird. Am Kasym-Flusse liegt in 64° die Nordgrenze der Kiefer, soweit sie als Bauholz verwendet werden kann, die hier in 200 Jahren noch 20 m hoch wird.

So zeigt sich, daß dieses menschenarme Land doch über eine ganze Reihe natürlicher Hilfsquellen und Produkte verfügt, die nur noch der rationellen Erschließung harren, deren Hauptbedingung die Lösung der Transportschwierigkeiten ist. Von größter Wichtigkeit wäre die Herstellung einer Schiffsverbindung durch den Ob-Busen und das Eismeer nach Europa, die dem Lande einen wesentlichen Aufschwung bringen könnte. In den letzten Jahren sind bereits mehrere Versuche in dieser Richtung, namentlich von norwegischer Seite gemacht worden, und auch die Russen haben verschiedene Vorarbeiten dazu, u. a. durch Einrichtung funkentelegraphischer Stationen an der Jugorschen Straße gemacht, jener Meeresstraße, die zwischen dem Nordende des Ural und der Insel Waigatsch aus der Barents-See nach Osten in die Kara-See führt, welche letztere wegen ihres Eisreichtums der schwierigste Teil der Passage zwischen dem Ob-Busen und den Häfen Nordeuropas bildet.

O. B.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft. (Berliner Zweigverein.)

Einige Ergebnisse des Windmeß-Versuchsfeldes bei Nauen.

In der Sitzung am 6. März hielt Herr Geheimrat *Hellmann* einen Vortrag über „Einige Ergebnisse des Windmeß-Versuchsfeldes bei Nauen“. Herr *Hellmann* hat seine früheren Untersuchungen über die Windgeschwindigkeit in 2, 16 und 32 m Höhe durch Anemometer-Registrierungen auf zwei hohen Funkentürmen, 123 m und 258 m über dem Boden, ergänzt. Unter Hinzuziehung des Anemographen auf dem Potsdamer Observatorium, für dessen Höhe aber nicht die Entfernung vom Erdboden, sondern die relative Erhebung über das umliegende Gelände eingesetzt wurde (70 m), wurde zunächst die Änderung der täglichen Geschwindigkeitsperiode in verschiedenen Höhen besprochen. In 2 m Höhe ist der Gang sehr regelmäßig mit einem Maximum bald nach Mittag und ganz geringen Schwankungen in der Nacht, bei 16 m tritt eine kleine Verspätung des Maximums ein, und bei 32 m ist zuerst ein sekundäres Maximum in der Nacht angedeutet, das sich nun mit zunehmender Höhe verstärkt und bei rund 100 m schon zum Hauptmaximum wird. Die neutrale Schicht, in welcher keine merklichen Änderungen im Laufe des Tages vorkommen, liegt im Winter bei 50 bis 60 m, im Sommer unterhalb von 120 m Höhe; das Potsdamer Anemometer befindet sich daher im Winter schon in oder über der neutralen Schicht, während es im Sommer den reinen Bodentypus aufweist. Zur Erklärung des letzteren ist die Espy-Köppensche Theorie ausreichend, jedoch mit der Ergänzung, daß die Temperaturschichtungen der untersten Schichten das nächtliche Minimum am Boden unterdrücken; je häufiger und stärker Temperaturumkehr nahe dem Boden eintritt, desto mehr ist darüber ein Ansteigen der Windgeschwindigkeit nachts ausgeprägt.

Oberhalb von etwa 20 m tritt bei stärkeren Winden der Bodentypus, bei schwachen der Höhentypus mehr hervor. Herr *Hellmann* zeigte, daß auch diese Erscheinung mit der Temperaturverteilung zusammenhängt; bei starker Advektion ist auch die Konvektion (Ausbildung auf- und absteigender Luftströmungen) stärker, und der untere Typus reicht dann höher hinauf als zu den Zeiten, wenn Temperaturschichtungen überwiegen. Im Winter äußert sich dies darin, daß die windreichsten Monate meist warm und feucht, die windärmsten kalt und trocken sind.

Der Versuch, die Windzunahme mit der Höhe formelmäßig darzustellen, zeigte, daß es sich empfiehlt, zwei Formeln zu wählen. Für die untere, durch Bodenreibung beeinflussten Schichten erwies sich für die Beziehung zwischen Geschwindigkeit v und Höhe h am brauchbarsten die einfache logarithmische Formel:

$$v = a + b \log(h + c),$$

also

$$dv/dh = b / \text{Mod}/h + c.$$

Für den oberen Teil der Windkurve, von rund 16 m Höhe an, gilt die Beziehung:

$$v/v_0 = \sqrt[5]{h/h_0},$$

$$dv/dh = a/5v^4.$$

Die Formel läßt sich an den meisten Stationsgruppen, wo Angaben aus verschiedenen Höhen vorliegen (Straßburg, Paris—Eiffelturm), nicht gut prüfen, weil die Anemometer in Städten zu wenig freistehen; die Vergleichung mit den Aufstiegen am aeronaustischen Observatorium zu Lindenberg gab jedoch eine befriedigende Übereinstimmung. Bis zu rund 500 m Höhe scheint bei Mittelwerten der Ausdruck

$v = 2.7 \sqrt[5]{h}$ zu genügen. Der jahres- und tageszeitliche Einfluß ist ziemlich groß, denn die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe ist in der kalten Jahreshälfte um Mitternacht doppelt so groß, in der warmen Jahreshälfte sogar dreimal größer als mittags.

R. Süring.

Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria).

9. Drei Worte über Aufgaben und Arbeitsmethoden wissenschaftlicher Anstalten zur Erforschung der Meere.

Zu diesem Thema hat sich kürzlich ein Mitglied der kalifornischen biologischen Station in La Jolla geäußert. Herr *Ellis L. Michael*, dem wohlbegründete Erfahrungen aus trefflichen Untersuchungen über das Vorkommen der Pfeilwürmer (Sagitten, Chaetognathen) zur Verfügung stehen, und der zu den erfolgreichsten Mitarbeitern der rührigen *Scripps Institution for Biological Research* (der früheren San Diego Marine Biological Association) gehört, legt seine Anschauungen in den folgenden acht Sätzen dar.

1. Die Aufgabe, und zwar die einzige Aufgabe der Meeresbiologie ist das Studium der Meeresorganismen als solcher. — Dieses Ideal ist weder durch vereinzelte Untersuchungen in der Art von kurzen Reisen noch durch Forschungen zur Förderung allgemeiner biologischer Anschauungen zu erreichen. Continuous and co-ordinative research of several highly trained specialists is the first essential. Die Probleme z. B. der Vererbung und Evolution gehen den Meeresbiologen nur insoweit an, als sie sich ihm an Meeresorganismen darstellen. Der Meeresbiologe ist in erster Linie verpflichtet, herauszubringen, was marine Organismen als solche sind.

2. Aus dieser Auffassung des marinen Organismus folgt, daß der Sinn einer Erscheinung, die für einen marinen Organismus wesentlich ist, so lange nicht völlig begriffen werden kann, als gleich wesentliche Erscheinungen noch unerkannt sind. — Es führt also der Weg zur Lösung der Probleme der Meeresbiologie durch ununterbrochene und eingehende gleichzeitige Forschungen in morphologischer, embryologischer, cytologischer, physiologischer, ökologischer Richtung.

3. Die Mehrzahl der biologischen Institute am Meere befaßt sich nicht mit Meeresbiologie, sondern fördert Fragen der allgemeinen Biologie, die nur nebenher zur Kenntnis der Biologie des Meeres beitragen. — By virtue of what is a marine organism marine? This is the central question of marine biology: all others are strictly tributary to it... The fundamental problems of morphology and cytology, regarded as branches of marine biology, are therefore contained in these questions: What are the niceties in structure which adapt marine animals and plants to a life in the sea rather than to a life on land or in fresh water? How and why did such structural adaptations arise? What is it in structure that prevents marine animals and plants from living on land or in fresh water? In der gleichen Art betrachtet *Michael* auch die Grundprobleme der Physiologie, die entwicklungsgeschichtlichen Fragen, und endlich die ökologischen Untersuchungen als Zweige der Meeresbiologie.

4. Hydrographie ist ebenso unerläßlich zum Verständnis der marinen Organismen wie Morphologie, Embryologie, Cytologie oder Physiologie.

5. Laboratoriumsversuche können über das Gehaben (behavior) der Organismen im Freien schlechterdings nichts ausmachen.

6. Die hydrobiologischen Vorgänge sind zu komplex, als daß sie ohne besondere Untersuchungen und beharrlich fortgesetzte Beobachtungen innerhalb genau umschriebener Bezirke aufgestellt werden könnten.

7. Die natürlichen Schwankungen im Vorkommen mariner Organismen sind so groß, daß Ungenauigkeiten in den Fangapparaten praktisch übersehen werden können. — Die Methoden der *Scripps Institution* beruhen auf der Überzeugung, that large numbers of somewhat crude hydro-biological observations, rather than precision of apparatus and exact computations of „filtration constants“, will reveal the relations maintained between organisms and their environments. After such observations are made the data are subjected to rigorous examination. Two methods of treating the field data are used; the frequency method and the abundance method.

8. Nur eine Station, die in erster Linie der Meeresbiologie gewidmet ist, und erst dann der Ozeanographie und ökonomischen Biologie dient, ist in der Lage, die hydrobiologischen Eigenheiten der Meeresorganismen aufzuklären.

„Ein hervorragender Biologe“, so erzählt *Ellis L. Michael*, „hat mich einmal gefragt: Welchen Anteil hat Ihr Studium der Beziehungen, die zwischen den Chaetognathen und ihrer Umgebung bestehen, an der Lösung der Frage nach der Evolution? Welches Licht wirft es auf die Prozesse der Vererbung? Offenbar wollte mir der Fragesteller damit sagen, daß meine Bemühungen oberflächlich und unwichtig seien, wenn sie nicht im Dienste gewisser, vorherrschender Theorien stünden. Aber tut denn ein Tier nichts Wichtiges, außer daß es sich entwickelt? Besteht denn Sinn und Bedeutung des Lebens einzig in den Vorgängen, in welchen ein Individuum sich aus einem andern herausentwickelt? Ist es oberflächlich und unwichtig, die Beziehungen zwischen den Organismen und ihren Umgebungen zu messen, wo doch das Leben gänzlich von diesen Wechselbeziehungen abhängt und darauf beruht?“

Das Erlebnis ist charakteristisch, für den Wissenschaftsbetrieb wie für den Erzähler. Auch wir im alten Europa kennen ja noch diesen Typ des Nichts-als-Spezialisten. *Rudolf Burckhardt* hat ihm vor Jahren eine köstliche Novelle gewidmet (in dem Freunde Reinhold, dem Erforscher der Bindegewebsfaser), und mit gutem Sarkasmus hat ihn ein alter würdiger Lehrer einem meiner Breslauer Freunde warnend an die Wand gemalt. „Nun S . . . ch“, hatte er zu dem jungen Studenten gesagt, als er ihn zum ersten Male wieder sah, „Sie wollen Zoologe werden: welches Bein von welchem Käfer haben Sie sich denn zu Ihrem Spezialstudium erwählt?“

Indessen darf man aber doch wohl sagen, daß der Geist unserer Hochschulen das schädliche Spezialistentum nicht ins Kraut schießen läßt. Unser Verantwortlichkeitsgefühl gegenüber dem jungen Nachwuchs, unsere Tradition, unsere historischen Studien schützen uns davor. Auch haben wir, so oft es auch mancher verleugnen möchte, doch zu viel philosophische Schulung in uns, und können es nicht vergessen, daß aus europäischem Geiste *Alexander von Humboldts* Kosmos hervorgestiegen ist.

Darum dürfte es auch bei uns niemandem viel Mühe machen, sich des Spezialistentums zu erwehren, wie es *Michael* Mühe gemacht hat, der während der

ganzen Zeit seiner Untersuchung in Fechterstellung dagegen liegt. Seine Sätze würden an innerem Zusammenhang gewonnen haben, seine Untersuchungen fester verankert sein, wenn er sie frei von jeder Kampfesstimmung und mit dem klaren Blick aufs Ganze niedergeschrieben hätte. Man mag seine Sätze allesamt annehmen, einige davon selbst doppelt unterstreichen, und sich doch nicht zu der Selbstbeschränkung bekennen, die er als Allheilmittel empfiehlt. Bei uns ist einmal das Wort gefallen, ich glaube, Schütte hat es geprägt, Kosmologie sei das Ziel der Meeresforschung. Im Sinne solcher Anschauungen stellt sich für uns die Aufgabe wissenschaftlicher Untersuchungen zur Erforschung der Meere so dar:

1. Wenn eine am Meere errichtete Station als Forschungsinstitut tätig sein soll, so ist ihre Aufgabe *Meereskunde*, das heißt Physik, Chemie, Geschichte und Biologie des Meeres — nämlich des Meeres, an dem sie liegt. — Da zum Meere auch die Küste gehört, und diese ihr Gepräge auch vom Hinterlande erhält, läßt sich die Aufgabe einer Station für Meereskunde auch so umschreiben, daß sie verpflichtet sei, das Bild der Gesamtnaturlehre und Gesamtnaturgeschichte der Erde scholle herzustellen, auf der sie steht.

Keinem der vier Forschungszweige gebührt ein Vorrang. Von ihren Vertretern muß verlangt werden, daß sie bei entschiedener Begabung und bester Schulung in ihrem besonderen Fach auch Verständnis für die Arbeit der andern Gebiete haben.

2. Die Mittel und die Wege der Forschung müssen so vollendet und so vielfältig wie möglich sein. Sonst leidet die Klarheit der Fragestellung und bleibt die Komplexität der Erscheinungen dunkel.

3. Für Forscher, die sich nur vorübergehend am Meere aufhalten, hat die Station ständig „Arbeitsplätze“ offen zu halten und mit dieser Einrichtung jedes ihrer Sonderziele nach Kräften zu unterstützen.

Literatur.

Ellis L. Michael, Dependence of Marine Biology upon Hydrography and Necessity of quantitative Biological Research. — University of California Publications in Zoology Vol. 15, Introduction, pp. I—XXIII, June 19, 1916.

Thilo Krumbach, Die Zoologische Station der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Rovigno. — Leipziger Illustrierte Zeitung Nr. 3583, 29. Februar 1912.

Emil Fischer, Die naturwissenschaftlichen Kaiser-Wilhelm-Institute und der Zusammenhang von Chemie und Biologie. — Deutsches Museum, Vorträge und Berichte, Heft 15. (1916.)

Rudolf Burckhardt, Biologie und Humanismus. Drei Reden. — Jena, Eugen Diederichs, 1907.

Rovigno, 22. Dezember 1916.

Dr. Thilo Krumbach.

Kleine Mitteilungen.

Die Vegetationsverhältnisse längs der Cordillera de los Andes südlich vom 41° s. Br. bis zum Kap Hoorn. Das Gebiet südlich vom 42° (Breite von Puerto Montt) zu beiden Seiten der Andenkette galt noch vor wenigen Jahrzehnten als eine Terra incognita selbst im geographischen Sinn. Die Karten von Patagonien vom Ende des vorigen Jahrhunderts zeigten große weiße Flächen als „unerforschtes Gebiet“. Heute ist dank der emsigen Forschertätigkeit der chilenisch-argentinischen Grenzkommissionen — auf chilenischer Seite hauptsächlich durch Prof. Steffens (Santiago) geleitet — die Karte dieser schwer zugänglichen Gebiete mit einer

für die dortigen Verhältnisse anerkennenswerten Genauigkeit festgelegt. Hand in Hand mit der topographischen Forschung ging die pflanzengeographische Erschließung. An ihr sind hauptsächlich beteiligt (außer älteren Forschern): P. Dusén, C. Reiche, C. Spegazzini, N. Alboff, A. Franchet u. a. Freilich beschränkten sich die Arbeiten der genannten Forscher auf Untersuchungen einzelner enger begrenzten Gebiete; nur P. Duséns Untersuchungen setzten hier und dort in dem weitgestreckten Gebiet ein und auf sie gründet sich hauptsächlich die Darstellung, welche Reiche in seinen Grundzügen der Pflanzenverbreitung in Chile 1907 (für Patagonien) gibt. Das Verdienst, zum ersten Mal eine zusammenfassende Schilderung der Vegetationsverhältnisse Patagoniens gegeben zu haben, gebührt dem schwedischen Botaniker C. Skottsberg. Seine Bearbeitung stützt sich auf wiederholte Forschungsreisen in das genannte Gebiet (die letzte 1907—1909). Die Ergebnisse dieser Forschungen sind mit großer Sorgfalt und Genauigkeit in der vor kurzem erschienenen Abhandlung (unter obigem Titel) in den Berichten der schwedischen Akademie der Wissenschaften (Bd. 56, 1916) auf 366 Quartseiten (mit 24 Textfiguren und 23 Tafeln) niedergelegt. Was es bedeutet, das langgestreckte Küsten- und Gebirgsland (vom 41—55° s. Br.) zum Zweck botanischer Erforschung zu bereisen, das kann nur der richtig beurteilen, der die Hindernisse kennt, welche sich dem Reisenden infolge der unbeschreiblichen Unwirtlichkeit von Land und Klima entgegenstellen. Kaum weniger groß sind die Schwierigkeiten, das in dem größtenteils überaus niederschlagsreichen Gebiet gesammelte und sehr schwer zu konservierende Material zu bearbeiten. Diese Arbeit nahm sieben Jahre in Anspruch. Aus dem reichen Inhalt des Werkes sei hier nur folgendes hervorgehoben:

Das dem Hochgebirge westlich vorgelagerte Küstengebiet mit seinen tief eingeschnittenen Fjorden und unzähligen Inseln ist mit Regenwald bedeckt, dessen nördlicher Teil (zwischen 41 und 48° s. Br.) zum Valdivianischen Wald gehört (viele der hierher gehörigen Charakterarten haben ihre Südgrenze bei 48° s. Br., z. B. *Nothofagus Dombegi*, *N. nitida*, *Berberis Darwinii*, *Myrtus luma*, *Asteranthera ovata*, *Griselinia racemosa* u. a.), während der südliche Teil als Magellanischer Wald zu bezeichnen wäre, vor allem charakterisiert durch *Nothofagus betuloides*, *Caltha appendiculata*, *Donatia fascicularis*, *Aselia pumila*, *Myrteola nummularia*, *Veronica elliptica*, *Berberis ilicifolia* u. a.).

In diesem geographisch und botanisch höchst merkwürdigen Gebiet fällt vor allem auf, daß die Blätter der meisten Holzgewächse trotz des ungeheuren Regenreichums des ganzen Gebiets ausgesprochen xerophil organisiert sind, eine Erscheinung, die nicht leicht zu erklären ist. Möglicherweise sind die Ursachen in der kühlen Bodentemperatur und den überaus häufigen starken und trockenen Winden (besonders Südwind) zu suchen. Eine weitere Eigentümlichkeit der Bäume und Sträucher dieses Regenwaldes ist die fast verwischte Periodizität, was in der verhältnismäßig großen Anzahl von Winterblüher seinen Ausdruck findet. (Manche blühen fast das ganze Jahr hindurch.)

Mit zunehmender Meereshöhe geht der immergrüne Regenwald in blattwechselnden Sommerwald über, während allerdings der erstere über die niedrigen Pässe stellenweise — freilich an Arten verarmt — besonders zum Ostabhang der Zentral-kordillere vordringt. Der Charakterbaum des Sommerwaldes ist die sommergrüne *Nothofagus*

antarctica, daneben (gleichfalls sommergrün) *N. pumilio*. Zwischen den Regenwald und den Sommerwald schiebt sich (nördlich des 44° s. Br.) ein Nadelwald ein, gebildet von *Libocedrus chilensis*. Besonders der *Pumiliowald* zeichnet sich durch große Einförmigkeit aus (*N. pumilio* selbst wird ein mächtiger Baum), wenig beige-sellte Sträucher, von welchen einige (z. B. *Berberis buxifolia*) auch blattwechselnd sind, dagegen eine reiche Krautflora. Nach Osten zu geht der Sommerwald in Steppe über, wobei an der Grenze beider sich eine anmutige Parklandschaft ausbildet, in welcher Horste von Nadelbäumen (*Libocedrus chilensis*) und Buchenhaine mit Grassteppenflächen abwechseln. Die Steppe selbst ist baumlos (von Galeriewäldern an den Flußläufen und niedrigem *Antarctica*-Gebüsch absehen). Sie ist sehr artenreich und physiognomisch durch zahlreiche Polsterpflanzen charakterisiert.

N.

Über den Einfluß der Umgebung von Raupen, die sich zur Verpuppung anschicken, auf die **Farbe der Puppenhaut** hat man schon viele Beobachtungen und Versuche angestellt, ist auch in der Hauptsache zu guten Ergebnissen gelangt. In den 80er und 90er Jahren tat sich hier besonders *E. B. Poulton* in Oxford hervor: er fand unter anderem, daß in der freien Natur die gelben und orangefarbenen Strahlen, wenn sie von jungen Blättern und Schossen zurückgeworfen werden, die Puppen ziemlich sicher zum Grünwerden veranlassen; wahrscheinlich vermitteln das die Hautnerven, bestimmt nicht die Augen. Auch andere Engländer (*Gould*, *Merrifield*, *Bateson* usw.) arbeiteten auf diesem Gebiete mit dem Hauptergebnis: in dunklen Gegenständen verpuppte Raupen haben dunkle Gehäuse, an hellen helle. In der Schweiz war *L. Kathariner*, auf Madagaskar der Franzose *E. Bordage* tätig, in Deutschland vor allem *Chr. Schröder*. Dieser fand 1894 an über 1500 Raupen von 20 Spezies, daß fast gar nicht variabel sind die Raupen, die von Laub, sehr stark hingegen die, die von Blüten leben. Gold, Gelb, Silber, Grün und Weiß in der Umgebung hellen die Zeichnung der Puppenhaut auf, Schwarz und Braun verdunkeln sie, Rot, Blau und Violett bleiben ziemlich ohne Einfluß. „Die Zeichnung, ein biologischer Schutz für ihre Träger, wird in ihrer Variabilität von der Farbe der Umgebung geleitet.“ Neuerdings hat sich in München *Hedwig Menzel* mit dem nämlichen Thema beschäftigt, freilich nur am Nesselfalter (*Vanessa urticae*), und erst unlängst in Göttingen *B. Dürken*. Es sei hier kurz über diese Arbeit als die einstweilen letzte (s. *Zeit. Wiss. Zool.* Bd. 116, 1916, S. 587—626) berichtet. Zahlreiche Raupen des Kohlweißlings (*Pieris brassicae*) wurden — teils im Freien, teils im Zimmer — in Kästchen aufgezogen, deren Decke und Vorderwand aus Glas bestanden, die anderen Wände und der Boden dagegen aus einfarbigem Papier; die 10 Farben, weiß, grau, braun usw. bis violett, machten ebenso viele Zuchten notwendig. Diese lieferten 219 Puppen, die sich nach der Grundfarbe — weiß oder grün mit Übergängen dazwischen — und der schwarzen Punkt- und Strichzeichnung darauf in 5 Reihen ordnen ließen; als normal gilt dabei die Färbung, die im grauen Kästchen entsteht, nämlich weiß mit scharfen schwarzen Zeichnungen. Auch hier zeigte es sich, daß braunes, rotes, blaues oder violettes Papier den Grundton verdunkeln, weißes, gelbes oder grünes ihn heller machen. Blauer, gelber, grüner und namentlich orangefarbener Untergrund liefern vorwiegend grüne Puppen mit sehr wenig Schwarz. Die größere

Wärme des Zimmers oder die geringere im Freien spielt dabei keine Rolle, auch nicht so sehr der „Helligkeitswert“ der Papierfärbung für unser Auge, wie der „Farbwert“, d. h. die Wellenlänge des reflektierten Lichtes. Auch die Augen der Raupe haben darauf keinen Einfluß, da über die Färbung erst ganz kurz vor der Verpuppung entschieden wird. (Nach *Menzel* scheint die farbige Umgebung während des ganzen Lebens der Raupe einzuwirken, nicht erst in einem bestimmten kurzen Zeitraum; die „absolute Helligkeit beeinflusst die Färbung der Puppe.“) Vielmehr wird die Haut unmittelbar betroffen, und die feineren Vorgänge in ihr hängen vom Lichte bestimmter Wellenlänge ab. Verringert sich das weiße Pigment, so schimmert das Grün des Innenkörpers [wohl des Darmes und Blutes] durch. Die Färbung mag uns z. T. als ein Schutz für die Puppe erscheinen, aber das ist gewiß nicht die Hauptsache, auch haben die Pigmente ohne Zweifel noch andere Aufgaben für das Tier zu leisten.

M.

Schlupfwespen als Pflanzenparasiten. Die Vertreter der großen Gruppe der Ichneumoniden oder Schlupfwespen sind allgemein als Parasiten von Insekten bekannt. Es gibt kaum eine Insektenordnung, die nicht von ihnen heimgesucht wird, ja sogar Spinnen und Tausendfüßler werden als Wirtstiere benutzt. Bei einer so ausgeprägten biologischen Anpassung sind einige Arten, die eine Ausnahme davon machen, besonders bemerkenswert. Sie gehören durchweg den Chalcididen an und zwar der Gattung *Isosoma*, einer Gruppe aus der Unterfamilie der Eurytomineen. Schon im Jahre 1833 berichtet *Bohmann* von der Art *Syntomaspis*: *E. seminibus baccarum* *Sorbi scandiacae etiam exclusus*. Später hat *Schlechtendal* die Larve wiederholt aus dem Samen des Weißdorns gezogen. Er beobachtete auch, auf welche Weise das Weibchen die Früchte anbohrt, um das Ei durch die harte Samenschale in den Samen abzulegen. Es tastet nämlich mit seinem Legebohrer die Samenschale ab, bis es die Mycropyle gefunden hat. Sonst leben die Isosomenlarven fast ausschließlich in Garbineensamen. In neuerer Zeit wurden aber auch andere Samen als Wohnorte gefunden. *Urbahn's Th. D.* (The Chalcis-fly in Alfalfaseed, U. S. Agr. Farmers Bull. 1914) stellte *Bruchophagus fenebris* How. im Samen der Luzerne fest. Er kam sogar so massenhaft vor, daß Bekämpfungsmaßnahmen eingeleitet werden mußten, die im wesentlichen darin bestanden, daß die Luzerne vor der Samenreife geschnitten wurde. In der Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie 1916 teilt *Taschenberg* mit, daß *Syntomaspis* in größerer Zahl in reifen Äpfeln angetroffen wurde. Der naheliegende Gedanke, als könnte die Art den Apfelwickler *Carpocapsa pomonella* L. parasitieren, wurde durch den Befund widerlegt, daß keine Fraßspuren von Raupen vorhanden waren. Außerdem verläßt ja der Wickler die Frucht, ehe er sich verpuppt und die Äpfel waren schon einen Winter lang gelagert. Die bisher beobachteten Fälle lassen den Schluß zu, daß die Eier in die Samen der jungen Früchte gelegt worden waren. Die ganze Entwicklung hätte demnach mehr als ein Jahr in Anspruch genommen. Dies stimmt mit der Angabe von *Schlechtendal* überein, daß die Wespe selten nach einmaliger, meist nach zweibis dreimaliger Überwinterung im Juni erscheint.

St.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik; Nr. 3, 1917.

Ermittlung des Spektrums eines einwertigen mehratomigen Moleküls, insbesondere des H_2 -Ions; von J. Stark.

Emission eines kontinuierlichen Spektrums bei Anlagerung eines Elektrons an ein positives Ion; von J. Stark.

Maxwells Gleichungen und die Atomstrahlung; von Th. Weyde. Die in der jetzigen Physik allgemein vertretene Auffassung, daß stabile Elektronbahnen im Atom — infolge der Maxwellschen Gleichungen — nicht existieren können, wird vom Verfasser angegriffen. Die Fundamentalformel der Elektronstrahlung wird kritisiert und teilweise korrigiert.

Das Magneton als Funktion der Planckschen Konstante; von Th. Weyde. Unter Anwendung des Ampereschen Gesetzes auf die Elektronbahnen im Atom wird das Magneton als Funktion der Planckschen Konstante berechnet. Eine numerische Rechnung deutet darauf hin, daß die gefundene Formel als exakt angesehen werden muß.

Eine magnetische Bestimmung der Avogadroschen Konstante; von Th. Weyde. Die im vorigen Aufsatz gefundene Beziehung zwischen dem Magneton und der Planckschen Konstante kann dazu benutzt werden, die Avogadrosche Konstante aus magnetischen Messungen zu berechnen. Es ergibt sich der Wert

$$N = 62 \cdot 10^{23},$$

welcher Wert mit dem von Planck früher gefundenen genau zusammenfällt.

Über die Brechbarkeit von Licht sehr geringer Intensität. Ein Beitrag zur Quantentheorie; von Richard Gans und Pereyra Miguez.

Über die Bewegung einer Kugel in einem von zwei parallelen Wänden begrenzten zähen Medium; von Arne Westgren. Es wurde die Fallgeschwindigkeit von in Wasser suspendierten Gummigutt- und Mastixkügelchen (Durchmesser 5–30 μ) gemessen, die in einer dünnen keilförmigen Kuvette eingeschlossen waren. Aus dem Versuchsmaterial konnte gefolgert werden, wie sich der Reibungswiderstand F einer Kugel vom Radius a , die sich in der Mitte in einem von zwei parallelen Wänden begrenzten zähen Medium bewegt, vom Abstände $2l$ der Wände abhängt. Die Versuchsergebnisse stimmten sehr gut mit der Formel überein:

$$F = F_x \left(1 + k \frac{a^2}{l^2} \right),$$

wo F_x den Reibungswiderstand im unbegrenzten Medium bedeutet. Für die Konstante k wurde der Wert 3,4 gefunden, dessen Unsicherheit auf etwa zehn Prozent geschätzt werden kann.

Der Virialsatz und die Theorie der Brownschen Bewegung; von Philipp Frank.

Archiv für Elektrotechnik, Band 5, Heft 1/2, 1916.

Über zusätzliche Stromwärme. III. Nutzenwicklungen mit unterteilten Leitern; von Rudolf Richter. Die Berechnung der zusätzlichen Stromwärme in unterteilten und beliebig verschränkten Leitern wird auf die Berechnung der zusätzlichen Stromwärme in massiven Leitern zurückgeführt. Nach Aufstellung der Berechnungsregeln werden für Wechselstromwicklungen und Gleichstromkommutatorwicklungen die praktisch wichtigsten Fälle eingehend behandelt und die technischen Ausführungen untersucht. Es zeigt sich, daß bei unterteilten Leitern durch praktisch einfache Anordnungen die zusätzliche Stromwärme sehr wirksam unterdrückt werden kann.

Das Schleifendrehfeld; von K. Gruhn. Aufbauend auf die Theorie des kreisförmigen Drehfeldes wird ein allgemeiner Ausdruck gesucht für die Drehfelder,

welche entstehen, wenn zwei um einen gewissen Winkel räumlich gekreuzte Wechselfelder in der Phase gegeneinander verschoben sind und dabei ungleiche Frequenzen besitzen. Als Spezialfall wird das einfache Schleifendrehfeld behandelt, welches die Form einer Lammiskarte hat und bei dem die Frequenzen der in Frage kommenden Wechselfelder im Verhältnis 1:2 zueinander stehen.

Archiv für Elektrotechnik, Band 5, Heft 3, 1916.

Drehmoment und Schlüpfung des Drehstrommotors; von M. Kloss. Als neuer Kennwert für den Motor wird die zum Höchstdrehmoment gehörige Schlüpfung, die „Abfallsschlüpfung“, eingeführt. Drehmoment und Schlüpfung werden dann nicht in ihren wahren Werten, sondern in ihrem Verhältnis zu den beiden genannten ausgezeichneten Werten dargestellt. Man erhält eine außerordentlich einfache Gleichung, und die diese darstellende Kurve gilt bei Vernachlässigung des Statorwiderstandes als Normalkurve für alle Motoren. Es wird dann noch der Einfluß des Statorwiderstandes untersucht. Es werden Kurven angegeben zur Bestimmung der erforderlichen normalen Schlüpfung bei Käfigankern in Abhängigkeit vom geforderten Anfahrmoment. Für die Berechnung der Abfallsschlüpfung und des Abfallmomentes werden einfache Gleichungen abgeleitet.

Über den Entwurf und die Belastung von Gleichstrommaschinen; von Erich Jasse. Zusammenfassung: In möglichst vielseitiger Weise wird untersucht, welche Nutzenabmessungen für den Wirkungsgrad einer Maschine am günstigsten sind. Hierbei ergeben sich einfache, leicht zu behaltende Regeln, die in gewissem Grade auch bei sorgfältiger Durchrechnung der Maschinen mit Berücksichtigung der Magnetisierungs-kurve bestätigt werden.

Im zweiten Teile der Arbeit wird für eine fertige Maschine der günstigste Belastungspunkt aufgesucht. Das hierbei gefundene, ebenfalls sehr einfache Ergebnis führt für die geradlinige Magnetisierungskurve als Sonderfall auf die bekannte Bedingung, daß die Ankerverluste gleich den Erregerverlusten sein müssen.

Archiv für Elektrotechnik; Band 5, Heft 4, 1916.

Ausgleichvorgänge bei plötzlichem Kurzschluß von Synchrongeneratoren; von L. Dreyfus. Wie der Verfasser schon früher die Ausgleichvorgänge bei asynchronen Induktionsmaschinen mit Hilfe von Vektordiagrammen aufgeklärt hat, so überträgt er jetzt dieselbe Methode auch auf die Synchronmaschine. Dabei stellt sich heraus, daß stets zwei Formen von Drehfeldverketungen möglich sind; erst der besondere Charakter des Ausgleichvorganges bestimmt, wie sich der Gesamtvorgang in die beiden Verketungsformen aufteilt. Dieses allgemeine Prinzip wird an den Beispielen des ein- und mehrphasigen Kurzschlusses von Synchronmaschinen erläutert. Die Strom- und Feldschwankungen werden durch Linear- und Vektordiagramme dargestellt und zur Berechnung der normalen Strom- und Drehmomentenspitzen einfache Formen angegeben.

Grundlagen zur Konstruktion eines neuen Durchführungsisolators; von J. Spielrein. Bemerkungen zu dem gleichnamigen Aufsatz des Herrn Bolliger.

Archiv für Elektrotechnik; Band 5, Heft 5, 1916.

Zur Theorie des Heylandschen Dreiphasen-Replikations-Motors, II. Teil; von Otto Bloch. Anschließend an den I. Teil (Arch. f. E., Bd. 4, S. 394) werden die Hauptgleichungen der Maschine für Läufer- und Ständerstrom, für Leerlauf- und Kompensationsgeschwindigkeit, für Netz- und Nutzleistung, für Drehmoment- und Wirkungsgrad abgeleitet, und zwar für

alle in Frage kommenden Bürstenstellungen. Aus den ersten beiden Hauptgleichungen werden die Ortsdiagramme und die Betriebskurven der Maschine hergeleitet und gezeigt, daß für die beobachtete „innere Kompensation“ der Ständerwiderstand von grundsätzlicher Bedeutung ist.

Der Übergangswiderstand von Kohlenbürsten am Kollektor; von R. Czepek. An der Hand von ausgedehnten Versuchen wird das Wesen des Bürstenübergangswiderstandes besprochen und erklärt. Der Bürstenwiderstand kann als Vereinigung eines Widerstandes eines festen Leiters mit einem lichtbogenähnlichen Vorgang aufgefaßt werden. Seine Spannung-Strom-Charakteristik ist deshalb eine für steigende Ströme anfangs rasch, später allmählich ansteigende Linie. Infolge der großen Temperaturempfindlichkeit tritt bei Wechselstrom Hysterese auf. Der Umlaufsinn der Hystereseschleife kehrt sich beim Stromwechsel wegen der verschiedenen Wärmeleitfähigkeit um.

Archiv für Elektrotechnik; Band 5, Heft 6, 1916.

Über die Leitung eines Wechselflusses durch massive Joche und Pole von Dynamomaschinen; von L. Dreyfus. Unter den Erscheinungen, die der asynchrone Anlauf synchroner Maschinen ins Leben ruft, ist die Leitung eines starken Wechselflusses durch massive Pole und Joche eine der wichtigsten. Aber sie läßt sich kaum mit genügender Annäherung schätzen, denn nicht nur verdichten die Wirbelströme den Flux an der Kernoberfläche zu außerordentlich hohen Induktionen, sie zwingen sogar einen großen Teil des Triebfeldes sich direkt über dem Polzwischenraum in den benachbarten Pol zu entladen. Für diese Verhältnisse entwickelt der Verfasser zunächst ein graphisches Verfahren, dem später eine einfache analytische Theorie angegliedert wird. Den Schluß bildet eine noch unvollständige Theorie des Luftspaltfeldes, das unter massiven Polschuhen ganz ähnlichen Gesetzen gehorcht. So erfüllt die Arbeit ihren Zweck, die Grundlage für eine wissenschaftliche Theorie des asynchronen Anlaufes zu geben.

Zeitschrift für Elektrochemie; Band 22, Heft 21/22, 1916.

Über Brennstoffketten bei hoher Temperatur; von E. Baur, A. Petersen und G. Füllemann.

Über den Sauerstoffdruck einiger Oxyde und die Kohle-Sauerstoffkette bei höherer Temperatur; von W. D. Treadwell.

Über die anodische Hydroperoxydbildung bei der Elektrolyse von Malonaten; von C. Schall. Erörtert die Möglichkeit primärer Bildung von H_2O_2 in wässriger, von oxydierenden Peroxyden und Persäuren in anhydri-scher Lösung. So scheint Anilin mit Zinkacetat in Pyridin, unter Wasserausschluß, an der positiven Elektrode unreines Azobenzol zu liefern. Dasselbst ergibt eine genügend conc. reine Kalium-Malonatlösung (Thondiaphragma) oder das saure Salz (im U-Rohr) am ausgeglühten Platindraht, mit hoher Stromdichte, bei -5° bis -10° in der obersten, anodischen Schicht 50–200 mgr. H_2O_2 i. L. (titrimetr. bestimmt). Desgleichen tritt H_2O_2 -Bildung bei Kalium-Succinat ein, anscheinend auch bei neutralem Na-o-Phtalat, auch nicht bei Kalium- und Na-Acetat, bestimmt nachweisbar, obwohl die Jodkalium-Stärkereaktion, jedoch abnehmend mit der Reinheit des Acetats, eintritt.

Über die Zeitreaktion bei der Neutralisation der Kohlensäure und die wahre Dissoziationskonstante der Kohlensäure; von A. Thiel.

Zeitschrift für Elektrochemie; Band 23, Heft 1/2, 1917.

Über die Landoltreaktion; von J. Eggert.

Über das Verhalten des Kaseins zu Kochsalzlösungen geringer Konzentration; von S. Ryd.

Molekeldurchmesser und Löslichkeit; von W. Herz. Abgesehen von spezifischen Einflüssen wird die Löslichkeit von Flüssigkeiten um so größer, je kleiner die Molekeldurchmesser sind.

Nachtrag zu meiner Abhandlung über die innere Reibung chlorierter aliphatischer Kohlenwasserstoffe; von W. Herz. Es werden die absoluten inneren Reibungen und die spezifischen Volumina von chlorierten aliphatischen Kohlenwasserstoffen bei verschiedenen Temperaturen gegeben. Dabei konnte die Gültigkeit der Batschinskyschen Funktion zwischen Fluidität und spezifischem Volumen nachgewiesen werden.

Atomgewichte für 1917; von W. Ostwald.

Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt; Jahrgang 34, Heft 2/3, 1916.

Versuche mit Papierrohren; von M. Rudeloff.

Halbstoff aus Spinnabfällen; von W. Herzberg. Aus den Abfällen, die sich beim Verspinnen von Flachs und Hanf ergeben, wird Papierhalbstoff hergestellt, der zur Herstellung fester Papiere sehr gesucht ist. Der Stoff enthält aber nicht nur Bastfasern, sondern auch die aufgeschlossenen Schäwen (Holzteile der Hanf- und Flachspflanze), kann also zur Herstellung von Papieren der Stoffklasse I (Hadernpapiere) nicht benutzt werden und sollte deshalb auch nicht ohne weiteres als „Hadernhalbstoff“ angeboten werden, wie es vorgekommen ist. Der Papierfabrikant muß daher bei der Verarbeitung derartiger Stoffe Vorsicht üben, am besten, sie bei der Herstellung von Hadernpapieren ganz ausschalten.

Die Eigenschaften von Ziegel- und Tonsteinen; von H. Burchartz. Hinweis auf den Mangel an amtlichen Vorschriften für einheitliche Lieferung und Prüfung von Ziegelsteinen, die hierdurch verursachten Unzuträglichkeiten und die Notwendigkeit der Aufstellung und Einführung solcher Normen auch für Ziegelsteine. Zusammenfassung der Ergebnisse der in den Betriebsjahren 1907–1913 im Kgl. Material-Prüfungsamt ausgeführten Prüfungen von Ziegelsteinen auf allgemeine Eigenschaften, Raumgewicht, spezifisches Gewicht, Wasseraufnahme, Frostbeständigkeit, Druckfestigkeit, Vorhandensein schädlicher Bestandteile, Auswitterung (Gehalt an wasserlöslichen bzw. leicht löslichen Salzen) und Abnutzbarkeit. Kritische Auswertungen der Versuchsergebnisse. Vorschläge für Feststellung von Mindest- bzw. Höchstollwerten für die verschiedenen Eigenschaften der Ziegelsteine sowie für einheitliche Versuchsverfahren zur Ermittlung dieser Eigenschaften.

Prüfungsformen und -verfahren, aufgestellt von der „Echtheitskommission“, II. Bericht; von P. Heermann. Die Echtheitskommission der Fachgruppe für Chemie der Farben- und Textilindustrie im Verein Deutscher Chemiker hat nunmehr die Anfang 1914 aufgestellten Normalprüfungen von Textilfärbungen weiter bearbeitet und bis zu einem gewissen Abschluß gebracht. Vor allem ist in dem II. Bericht über die schwierige Frage der *Lichtechtheit* eine Einigung erzielt worden. Es wäre dringend zu wünschen, daß die gesamten Interessentenkreise die Beschlüsse der Kommission zur Anwendung bringen und daß die Kommission so bald wie möglich die Brücke hierzu baut, indem sie diesen Kreisen die zum Vergleich erforderlichen Typfärbungen gegen geringes Entgelt von einer Zentralstelle aus zur Verfügung stellt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 18.

4. Mai 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Innere Komplexsalze in ihrer Beziehung zur physiologischen Chemie. Von *Dr. Oskar Baudisch, Hamburg.* S. 289.

Ueber die hydrothermale Entstehung der Achatmandeln im Gestein. Von *Prof. Dr. R. Nacken, Tübingen.* (Schluß.) S. 292.

Die Komponentengliederung des Geruchs und seine chemische Grundlage. Von *Privatdozent Dr. Hans Henning, Frankfurt a. M.* S. 296.

Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie vom 20.—22. Dezember in Berlin. S. 298.

Besprechungen:

Ohm, Joh., Das Augenzittern der Bergleute und Verwandtes. Von *G. Levinsohn, Berlin.* S. 301.

Bleuler, E., Lehrbuch der Psychiatrie. Von *Karl Jaspers, Heidelberg.* S. 302.

Henning, Hans, Der Geruch. Von *A. Pütter, Bonn.* S. 303.

Adloff, P., Die Entwicklung des Zahnsystems der Säugetiere und des Menschen. Von *Wilhelm Leche, Stockholm.* S. 304.

Zuschriften an die Herausgeber:

Ueber geologische Zeitmessungen. Von *R. Wedekind, Göttingen.* S. 305.

Kleine Mitteilungen:

Der Erdgeruch und seine Ursache. Bienenzucht. Polyederkrankheiten der Raupen. Reise auf Ceylon. S. 306—308.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Lehrbuch der Psychiatrie

Von

Dr. E. Bleuler

o. Professor der Psychiatrie an der Universität Zürich

Mit 49 Textabbildungen

Preis M. 12.—; in Leinwand gebunden M. 13.80

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Über die Konstitution und Konfiguration von Verbindungen höherer Ordnung.

Vortrag, gehalten in Stockholm am 11. Dezember 1913 im Anschluß an die Entgegennahme des Nobelpreises. Von Professor Dr. **Alfred Werner**, Zürich. 1914. Preis M. 1.20

Die Atomionen chemischer Elemente und ihre Kanalstrahlen-Spektren. Von Dr.

J. Stark, Professor der Physik an der Technischen Hochschule Aachen. Mit 11 Figuren im Text und auf einer Tafel. 1913. Preis M. 1.60

Neuere Erfolge und Probleme der Chemie. Experimentalvortrag, gehalten in Anwesen-

heit S. M. des Kaisers aus Anlaß der Konstituierung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften am 11. Januar 1911 im Kultus-Ministerium zu Berlin von **Emil Fischer**. 1911. Preis M. 0.80

Organische Synthese und Biologie. Von **Emil Fischer**. 1908.

Preis M. 1.—

Neuere Anschauungen über den Bau und den Stoffwechsel der Zelle. Vortrag,

gehalten auf der 94. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Solothurn 2. August 1911. Von **Emil Abderhalden**, o. ö. Professor der Physiologie an der Universität Halle. Zweite Auflage. 1916. Preis M. 1.—

Synthese der Zellbausteine in Pflanze und Tier. Lösung des Problems der künstlichen

Darstellung der Nahrungsstoffe. Von Professor Dr. **Emil Abderhalden**, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität zu Halle a. S. 1912. Preis M. 3.60; in Leinwand gebunden M. 4.40

Abwehrfermente. Das Auftreten blutfremder Substrate und Fermente im tierischen Organismus

unter experimentellen, physiologischen und pathologischen Bedingungen. Von Professor Dr. **Emil Abderhalden**, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Halle a. S. Vierte, bedeutend erweiterte Auflage. Mit 55 Textfiguren und 4 z. T. farbigen Tafeln. 1914.

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Biochemie. Ein Lehrbuch für Mediziner, Zoologen und Botaniker. Von Dr. **F. Röhm**, a. o.

Professor an der Universität und Vorsteher der chemischen Abteilung des physiologischen Instituts zu Breslau. Mit 43 Textfiguren und 1 Tafel. 1908. In Leinwand gebunden Preis M. 20.—

Physiologie und Pathologie des Mineralstoffwechsels nebst Tabellen über die Mineral-

stoffzusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel sowie der Mineralbrunnen und Mineralbäder. Von Professor Dr. **Albert Albu**, Privatdozent für innere Medizin an der Universität zu Berlin, und Professor Dr. **Carl Neuberg**, Privatdozent und chemischer Assistent am Pathologischen Institut der Universität Berlin. 1906. In Leinwand gebunden Preis M. 7.—

Stereochemie. Von **A. W. Stewart**. Deutsche Bearbeitung von Dr. **Karl Löffler**, Privatdozent an der Königlich-Universität zu Breslau. Mit 87 Textfiguren. 1908.

Preis M. 12.—; in Halbleder gebunden M. 14.50

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

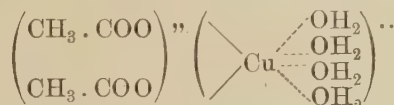
Innere Komplexsalze in ihrer Beziehung zur physiologischen Chemie.

Von Dr. Oskar Baudisch, Hamburg.

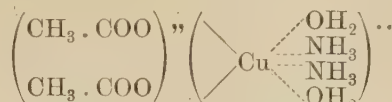
Die von A. Werner¹⁾ geschaffene neue Valenzlehre, mit ihren Haupt- und Nebenvalenzen²⁾, mit ihrer Erklärung von Anlagerungs- und Einlagerungsverbindungen und vielen anderen prinzipiell neuen Begriffen, hat in der anorganischen Chemie glänzende Früchte gezeitigt. In das frühere Wirrwarr ungezählter anorganischer Verbindungen ist System und Ordnung eingebracht. Aber auch die organische Chemie hat den Wernerschen Anschauungen valenzchemisch sehr viel zu danken. In dieser Abhandlung sollen die sogenannten inneren Komplexsalze, die unser Interesse immer mehr beanspruchen müssen, nachdem ihre große Bedeutung in der Biologie erkannt wurde, besondere Beachtung finden. Wenn wir uns unter den in der Natur vorkommenden Stoffen umsehen, so finden wir nicht nur im Eiweißmolekül und seinen Bausteinen innerkomplexbildende Gruppen, sondern auch in den lebenswichtigen organischen Aldehyden und Säuren, im Pflanzen- und Blutfarbstoff und noch in manchen anderen physiologisch wichtigen Verbindungen, wie wir im Verlauf dieser Abhandlung ersehen werden.

Zunächst wollen wir daran gehen, das Wesen und den valenzchemischen Aufbau eines inneren Komplexsalzes darzulegen. Wir greifen zu diesem Zwecke eine Verbindung heraus, die schon im Jahre 1820 von Braconnot durch Spaltung von Leim mit kochender Schwefelsäure erhalten wurde. Es ist dies der einfachste Baustein des Eiweißmoleküls, die Aminoessigsäure oder das Glykokoll. Das in blauen Nadeln kristallisierende Glykokollkupfer wurde von H. Ley³⁾ als *typisches inneres Komplexsalz* erkannt. Den valenzchemischen Aufbau dieses Salzes wollen wir nun im folgenden am Beispiel des *essigsäueren* Kupfers ableiten. Das Kupferacetat ist in wässriger Lösung im Sinne der Wernerschen

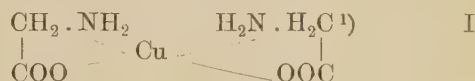
Koordinationstheorie folgendermaßen zu formulieren:



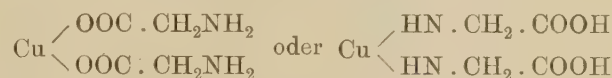
Das blaue Kupferion ($\text{Cu} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$)²⁾ vertieft seine eigene Farbe außerordentlich stark, wenn durch Zugabe von genügend großen Mengen Ammoniak der tiefblaue Kupfer-Ammoniak-Komplex ($\text{Cu} \cdot 4 \text{NH}_3$)²⁾ gebildet wird. Das essigsäure Kupfer nimmt bei gewöhnlicher Temperatur in einer wässrigen Lösung nur zwei Moleküle Ammoniak auf und verwandelt sich in das gewöhnliche Komplexsalz von folgender Konstitution:



Diese tiefblaue ammoniakalische Lösung gleicht in der Intensität ihrer Farbe sehr stark einer gewöhnlichen wässrigen Lösung von Glykokollkupfer. Die wässrige Lösung des Glykokollkupfers ist so intensiv gefärbt, daß auf Zusatz von Ammoniak keine Farbvertiefung bemerkbar wird. Diese Tatsache veranlaßte H. Ley zu der Annahme, daß im Glykokollkupfer das Metall bereits durch Nebenvalenzen an die beiden Aminstickstoffe gebunden sei, was zu folgender Konstitutionsformel führte:



In der Tat trägt dieses Formelbild, so wie wir gleich sehen werden, alle chemischen und physikalischen Eigenschaften dieser Verbindung zur Schau. Die alten Curtiuschen Formeln:



versagen dagegen vollkommen. Aus Formel I ist zu ersehen, daß das Metall in dem Molekülkomplex sowohl durch Haupt- als auch durch Nebenvalenzen gebunden ist. Solche Salze nennt Ley ganz allgemein *innere Komplexsalze*. Diese inneren Metallkomplexsalze zeichnen sich ganz allgemein durch anormales Verhalten in bezug auf elektrolytische Dissoziation und analytische Reaktionen aus, was

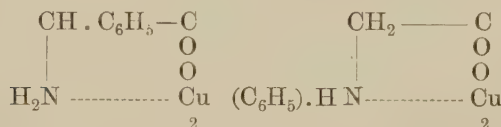
¹⁾ A. Werner, Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, 3. Aufl., Braunschweig, 1913; s. a. Nobel-Vortrag, diese Zeitschrift 1914, Heft 1.

²⁾ Die neueren Forschungen der Valenzlehre, H. Kauffmann, diese Zeitschrift 1917, Heft 2.

³⁾ Der allgemein gebrauchte Name „inneres Komplexsalz“ ist von H. Ley vorgeschlagen worden. H. Ley, Die Beziehungen zwischen Farbe und Konstitution, Leipzig, Verlag von S. Hirzel, 1911.

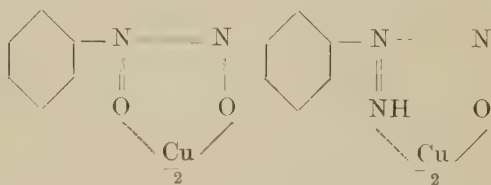
wiederum an dem Beispiel des Glykokollkupfers dargelegt werden soll. Die wässrige Lösung eines gewöhnlichen Salzes, z. B. essigsaures Kupfer, leitet den elektrischen Strom sehr gut und bei der Elektrolyse scheidet sich an der Kathode Kupfer ab, dagegen ist die elektrische Leitfähigkeit des innerkomplexen Glykokollkupfers außerordentlich klein. Bei der Elektrolyse erscheint an der Kathode ein tiefblauer Kupfer-Ammonium-Komplex. Aber auch alle anderen Kupferionen-Reagentien, wie Kalilauge oder Schwefelwasserstoff, üben auf das Glykokollkupfer keinen Einfluß aus. Durch dieses Beispiel wird eine allgemeine Eigenschaft der inneren Komplexsalze demonstriert. Allerdings muß hier gleich erwähnt werden, daß in der großen Reihe der inneren Komplexsalze alle Übergänge von den gewöhnlichen Salzen bis zu dem extremsten inneren Metallkomplexsalz, welches den elektrischen Strom gar nicht mehr leitet, vorkommen.

Außer diesen anormalen Eigenschaften ist noch ein besonderes Augenmerk auf die *Farbe* der inneren Komplexsalze zu werfen. Viele äußern ihre innerkomplexe Natur oft schon durch ihre anormale Farbe, wie ja das schon im Glykokollkupfer sichtbar zutage tritt. An der gleichen Verbindung bzw. an einem Derivat der Aminoessigsäure und einem dazugehörigen Isomeren wollen wir diese Verhältnisse noch besser veranschaulichen¹⁾:



Phenylaminoessigsäure blau Anilinoessigsäure grün

Ein weiterer eklatanter Fall, welcher zeigt, daß die optische Achillesferse jener Punkt ist, wo die vom Metallatom ausgehende Nebervalenz die organische Gruppe trifft, ist der folgende:



Nitrosophenylhydroxylaminokupfer graublau

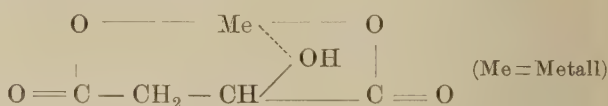
Nitrosophenylhydrazinokupfer tiefrotbraun

Auch bezüglich der Löslichkeit zeigen innere Komplexsalze oft ein eigentümliches Verhalten. So gibt es z. B. in Wasser unlösliche, dagegen in Äther und Benzin lösliche Metallsalze und wiederum solche, welche sowohl in Wasser als auch in organischen Lösungsmitteln leicht löslich sind.

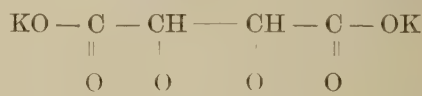
Die Bildung innerer Komplexsalze ist konstitutionell durch einen Ringschluß charakterisiert. Es gelten dabei die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten bei Ringschlüssen, welche uns lehren, daß 5 und 6 Ringe die stabilsten Systeme sind und

andere Ringschlüsse nur Ausnahmen bilden. Am Beispiel des Glykokollkupfers sehen wir den stabilen Fünfring, der sich bei allen α -Aminosäuren äußert. Die α -Aminosäuren stehen bekanntlich, wie *Abderhalden* und seine Schule uns gelehrt haben, im Mittelpunkt des Eiweißstoffwechsels, der ja nach diesem Forscher richtiger als Aminosäurenstoffwechsel zu bezeichnen ist. Es ist gewiß kein Zufall, daß in der Natur gerade die α -Aminosäuren, die ja zur Innerkomplexbildung prädestiniert sind, eine so eminente Rolle spielen, während die β -Aminosäuren dagegen verschwinden. Nur die β -Aminosäuren geben kaum noch innere Komplexsalze, die γ und δ überhaupt nicht mehr.

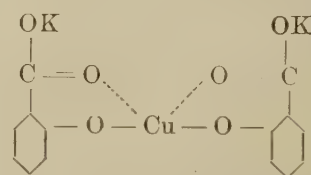
Zu einer zweiten Gruppe physiologisch wichtiger Verbindungen, welche zur Innerkomplexbildung befähigt sind, gehören die α -Oxysäuren, wie z. B. Milchsäure, Äpfelsäure, Weinsäure, die Zuckersäuren und viele andere mehr. So wird z. B. ein Metallsalz der Äpfelsäure im Sinne der Wernerschen Anschauung folgendermaßen zu formulieren sein:



Anschließend an die *aliphatischen* Oxysäuren wollen wir auch die *aromatischen* näher betrachten. Da kommen wir zur Besprechung der physiologisch überaus wichtigen und interessanten Gruppe der Salicylsäure und ihrer Derivate. Der valenzchemische Aufbau zwischen den aliphatischen und aromatischen Oxysäuren ist ein ganz analoger, was aus den beiden Beispielen hervorgeht:



Weinsaures Kupferkalium



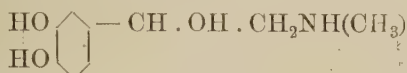
Salicylsaures Kupferkalium

Die Orthostellung der Hydroxylgruppe ($-\text{OH}$) zu der Carboxylgruppe ($-\text{COOH}$) in der Salicylsäure ist unbedingt erforderlich, denn sowohl Meta- als auch Para-Oxybenzoesäure geben solche Komplexsalze nicht. Die innere Komplexsalzbildung ist aber natürlich nicht nur auf die Salicylsäure selbst beschränkt, sondern es sind auch viele ihrer Derivate, so z. B. das in der Pharmakopoe berühmte Gaultheriaöl (Salicylsäuremethylester) und noch viele andere ähnliche Verbindungen, so z. B. auch der in vielen Pflanzen vorkommende Salicylaldehyd, zur inneren Komplexsalzbildung befähigt.

Ganz ähnliche Verhältnisse haben wir bei den

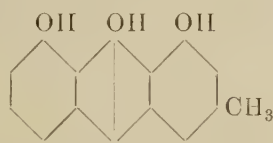
¹⁾ H. Ley, B. 48, 70 (1915).

Dioxybenzolen. Es gibt wieder nur das Brenzcatechin, welches die beiden Hydroxylgruppen in Orthostellung enthält, typische innere Komplexsalze, nicht oder nur in geringem Maße Resorcin, garnicht Hydrochinon. Solche orthoständigen Hydroxylgruppen kommen aber auch noch in verschiedenen physiologisch wichtigen Verbindungen, so z. B. auch im Adrenalin, dem wichtigsten Bestandteil der Nebenniere, vor.



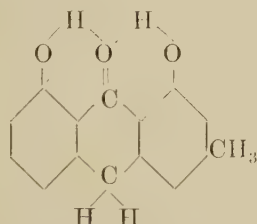
Adrenalin (3,4-Dioxyphenylmethylaminäthanol)

An die Dioxybenzole schließen sich die in der Natur überaus häufig vorkommenden Anthrachinone an. Die innerkomplexsalzbildende Kraft dieser großen Reihe von chemischen Verbindungen soll an einem in der Geschichte der pharmazeutischen Chemie bekannten Präparate, dem Chrysarobin, erläutert werden. Das Chrysarobin ist ein Anthracenderivat von folgender Zusammensetzung:



Chrysarobin

Eine solche Verbindung ist zur Innerkomplexsalzbildung geradezu prädestiniert, und nicht umsonst spielen die Anthrachinon-Beizenfarbstoffe, welche alle innere Komplexsalze darstellen, eine so wichtige Rolle in der Färberei. Wenn wir wieder die Schreibweise für innere Komplexsalze auf das Chrysarobin anwenden, so kommen wir zu folgendem Formelbild:



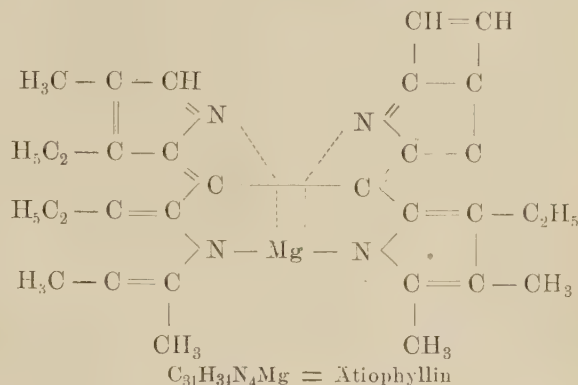
3-Methyl-1,8-dioxyanthranol (Chrysarobin)

Die Oxy-Anthrachinone sind von *P. Pfeiffer*¹⁾ auf ihre innerkomplexbildende Gruppe experimentell hinreichend untersucht worden. Hier ist es nun wieder ganz besonders interessant, daß durch die Versuche von *Unna*²⁾ klargelegt wurde, daß von den vielen Oxy-Anthracen- bzw. Anthrachinonderivaten gerade nur die eine besonders auffallende physiologische Wirkung (antipsoriatischer Effekt) zeigen, die die OH-Gruppe in Orthostellung zum Brückensauerstoff haben, d. h. also diejenigen, welche zur Innerkomplexsalzbildung befähigt sind.

¹⁾ Ann. d. Chemie 398, 137.

²⁾ Cignolin als Heilmittel der Psoriasis, Derm. Wochenschr. Bd. 62 (1916).

Die Wichtigkeit der innerkomplex gebundenen Metalle in der Natur wird durch die beiden innerkomplexen Metallsalze, den Pflanzen- und den Blutfarbstoff gekrönt. *R. Willstätter*¹⁾ hat als erster im Chlorophyllmolekül das Metall Magnesium nachgewiesen. Daß im Blutfarbstoff das Eisen die wichtigste Rolle spielt, ist ja eine altbekannte Tatsache. Aus den klassischen Untersuchungen *Willstätters* über das Chlorophyll ist zu ersehen, daß das Magnesium im Chlorophyllmolekül an Stickstoffatome mit Haupt- und Nebenvalenzen gebunden ist. Aus der Formel des Ätiophyllins, eines Abbauproduktes des Pflanzenfarbstoffes, ist zu ersehen, daß das Magnesiummetall in innerkomplexer Bindung an 4 Pyrrolringe geknüpft ist:



Die magnesiumfreie Verbindung des Ätiophyllins, Ätioporphyrin genannt, stellt ein Umwandlungsprodukt sowohl des Pflanzen- als auch des Blutfarbstoffes dar, dessen Molekül noch in naher Beziehung zum Farbstoff selbst steht.

Während somit im Chlorophyll das reduzierende Metall Magnesium dieser Verbindung den Stempel aufdrückt, ist es im Hämin das oxydierende Eisenatom. Den beiden Metallen werden also gerade durch die eigene, innerkomplexe Bindung an den Stickstoff Eigenschaften erteilt, welche das Leben der Pflanzen und Tiere ermöglichen. Im Blut wird höchstwahrscheinlich der lebenswichtige Sauerstoff mit Hilfe dieses Eisenatoms locker gebunden und veratembarm gemacht. Über die Rolle des Magnesiumatoms wissen wir noch nichts Genaues, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß das innerkomplex gebundene Magnesiummetall eine Aktivierung des Wasserstoffs vermittelt²⁾.

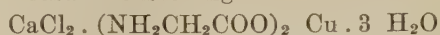
Die Bedeutung der inneren Komplexsalze in der Physiologie ist aber damit noch nicht erschöpft. Wenn wir zu unserem so oft erwähnten Glykokollkupfer zurückkehren, so können wir an dieser Verbindung noch eine wichtige Eigenschaft der inneren Komplexsalze demonstrieren. *P. Pfeiffer*³⁾ hat gefunden, daß das Glykokollkupfer mit Calciumchlorid eine schön kristalli-

¹⁾ *R. Willstätter* und *A. Stoll*, Untersuchungen über Chlorophyll, Berlin, J. Springer, 1913.

²⁾ *O. Baudisch* und *G. Klinger*, Bd. 49, 1167 (1916).

³⁾ *P. Pfeiffer*, Bd. 48, 1295 (1915).

sierende tiefblaue Molekülverbindung von folgender Zusammensetzung:



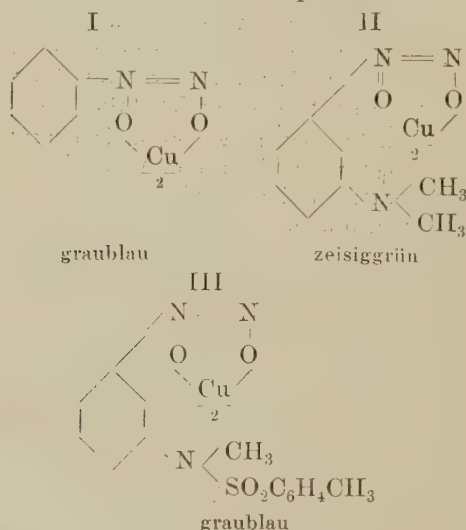
gibt.

Derartige Molekülverbindungen mit Neutralsalzen bilden aber auch die freien Aminosäuren selbst, was nicht wundern nimmt, wenn wir die Aminosäuren nach *H. Ley* folgendermaßen formulieren:



Die α -Aminosäuren erscheinen dann als innere Komplexsalze des Wasserstoffes, der wie in anderen Fällen die Funktion eines Metalls ausübt. Solche Molekülverbindungen von Neutralsalzen mit α -Aminosäuren sind aber — wie *Pfeiffer*¹⁾ gezeigt hat — auch in den Lösungen dieser Stoffe vorhanden, was für die biologische Eiweißchemie (Blutserum usw.) außerordentliches Interesse hat. Aber auch das Eiweiß selbst muß solche Neutralsalz-Molekülverbindungen eingehen, nachdem *Unna*²⁾ zeigen konnte, daß sich z. B. das in Wasser unlösliche Silbereiweiß in verschiedenen Neutralsalzlösungen glatt auflöst.

Zum Schluß muß noch auf die stark selektive Eigenschaft der innerkomplexbildenden Gruppen auf die verschiedenen Metalle und Metallsalze hingewiesen werden. Wir kennen bisher keine Gesetzmäßigkeiten. Es war immerhin von Interesse zu untersuchen, ob man diese selektive Eigenschaft von z. B. im Benzol oder Naphthalinkern gebundenen innerkomplexen Gruppen durch Substitution beeinflussen könnte³⁾. Es hat sich nun in der Tat ergeben, daß Seitenketten einen hervorragenden Einfluß sowohl auf die innerkomplexbildende als auch auf die molekülbindende Kraft des Salzes ausüben können. Es soll diese Tatsache an einem Farbenbeispiel erläutert werden.



Das Nitrosophenylhydroxylaminkupfer I ist graublau gefärbt und seine metallfreie Verbindung zeigt selektiven Charakter für bestimmte Metalle. Das *m*-Dimethylamino-Nitrosophenylhydroxylaminkupfer II ist zeisiggrün und die freie Säure bildet fast mit allen Metallen typisch innere Komplexsalze, ebenso die Verbindung III, welche wiederum graublau gefärbt ist. Aus der Farbe des Salzes II ist zu entnehmen, daß von dem tertiären Stickstoff des Seitenrestes ausgehende Nebervalenzen das Metallatom und damit das ganze Molekül beeinflussen. Mit dieser Eigenschaft steht aber auch das Molekülbindungsvermögen in engem Zusammenhang, und orientierende Reagenzglasversuche ergaben diesbezügliche positive Resultate. Es ist anzunehmen, daß alle die hier ausgeführten Verhältnisse, in die Chemotherapie übertragen, einmal recht gute Früchte zeitigen werden.

Über die hydrothermale Entstehung der Achatmandeln im Gestein.

Von Prof. Dr. R. Nacken, Tübingen.

(Schluß.)

IV.

Die oben angedeutete Theorie nimmt erhöhte Temperaturen bei der Bildung der Achate an. Es ist daher die Frage zu beantworten, ob solche Verhältnisse nicht im Widerspruch stehen mit den Beobachtungen in der Natur.

Setzt man die Entstehung, wie es in III. geschah, in eine Periode der hydrothermalen Gesteinsbildungen, so ist eine erhöhte Temperatur ziemlich selbstverständlich, da es sich ja hierbei um eine postvulkanische Erscheinung handelt, und nur über die Höhe der Temperatur könnten verschiedene Ansichten herrschen.

Nimmt man an, der Mandelinhalt habe auch ursprünglich aus Kieselsäure und Wasser allein bestanden, so sind über die Natur dieses binären Systems zwei Auffassungen möglich. Nach der einen bildet das System eine kristalloide Lösung, nach der anderen eine kolloidale.

Unterwirft man weiter ein binäres System, das durch die extrem leichte Flüchtigkeit einer seiner Komponenten ausgezeichnet ist, Temperaturerhöhungen, so kann der Fall eintreten, daß die kritische Kurve der gemischten Lösungen die Gleichgewichtskurve für die flüssige und die kristallisierte Phase schneidet. Bei niedrigen und hohen Temperaturen ist dann eine dampfförmige Phase neben einer flüssigen stabil, dazwischen liegt ein Existenzbereich für *fluide* Phasen. Es sind dies „Lösungen“, die den Charakter von Gasen besitzen, indem sie die Eigenschaft zeigen, den ihnen zur Verfügung stehenden Raum völlig einzunehmen.

In dem so gearteten System $\text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$, dessen vollständige Ausarbeitung noch aussteht, wird der erste kritische Punkt nicht weit von dem kritischen Punkt für reines Wasser liegen, da die Löslichkeit

¹⁾ *P. Pfeiffer und Wittka*, B. 48, 1938.

²⁾ *Derm. Wochenschr.* Bd. 63 (1916), S. 942.

³⁾ *Osk. Baudisch*, Über den Einfluß von Kernsubstitution auf innere Komplexsalze bildende Gruppen, B. 49, 172 (1916).

von SiO_2 bei dieser Temperatur eine recht geringe ist. Wo der zweite Punkt liegen wird, ist dagegen noch gänzlich hypothetisch. Jedenfalls kämen wohl Temperaturen in Frage, die nicht weit von der Schmelztemperatur der Kieselsäure liegen würden, wenn das Verhältnis der Kieselsäure zum Wasser in der flüssigen Phase so sein sollte, wie es in der Achatmandel gewesen ist, in der jedenfalls ein hoher Kieselsäuregehalt geherrscht hat¹⁾.

Diese Verhältnisse lassen es als unwahrscheinlich erscheinen, daß aus einer derartigen kristalloiden Lösung die Mandel entstanden sei. In dem Temperaturbereich unter dem ersten kritischen Punkt ist die Löslichkeit zu gering, um bei einer einmaligen Füllung zur Entstehung des Achats zu genügen, im anderen Fall ist die Temperatur zu hoch, als daß eine Reaktion des sauren Bestandteils mit dem basischen Gestein nicht eintreten sollte. Von derartigen Einwirkungen ist aber an den frischen Gesteinen nichts zu beobachten. Z. B. zeigt auch die Analyse des Weiten-dorfer Basalts nach *Leitmeier* wesentliche Abweichung von der Zusammensetzung eines typischen Basalts nicht.

Dagegen erscheint die Annahme einer kolloidalen Lösung berechtigter, da in dispersen Systemen das Verhältnis der dispersen Phase zum Dispersionsmittel in weiten Grenzen variieren kann.

Das künstlich dargestellte Kieselsäuresol ist in reinem Zustande wenig stabil und geht leicht in das Gel über, es koaguliert besonders bei Temperaturerhöhung. Indessen weisen die hochprozentigen Produkte von *Graham* darauf hin, daß Verunreinigungen seine Stabilität erhöhen und auch *E. Jordis* und *W. Hennis*²⁾ beobachteten Ähnliches. In Gegenwart bestimmter Salze trat sogar eine Wiederauflösung des Gels ein. Alkalisilikate könnten in der Natur diese Einwirkung haben, jedenfalls dürfte das natürliche System keineswegs als ganz rein angesprochen werden können.

Es ist aber hierbei zu bedenken, daß eine nachträgliche Erhitzung vermutlich nicht in Frage kommt. Die Lösungen, aus denen sich die freie Kieselsäure abschied, waren schon an und für sich heiß und befanden sich über der kritischen Temperatur des Wassers³⁾. In

diesem Zustand erfolgte die Bildung der kolloidalen Lösung. Welche Vorgänge sich hierbei abspielen können, ob eine Druckvermehrung damit Hand in Hand ging, soll nicht näher untersucht werden, da experimentelle Unterlagen fehlen. Die Möglichkeit, daß auch bei hohen Temperaturen disperse Systeme auftreten, wird neuerdings zugegeben¹⁾, da man die Eigenschaften von Metallschmelzen hierdurch zu erklären versucht. Vielleicht ist häufiger in der Natur mit ihnen zu rechnen; so bei manchen Quarzgängen, vielleicht auch bei Erzgängen, in denen sich schwerlösliche Mineralien konzentriert haben. Das Auftreten von kolloidalen Lösungen könnte, da in ihnen die Zusammensetzung in weiten Grenzen variieren kann, bisweilen die Entstehung dieser Anhäufungen verständlich machen.

Da bekanntlich SiO_2 aus dem amorphen Zustand in den kristallisierten nur äußerst schwierig übergeht, so dürfte auch die hohe Erhitzung eine Veränderung in diesem Sinne nicht ohne weiteres bedingen. Wenn auch noch verzögernde Katalysatoren, wie Eisenverbindungen zugegen waren, so ist ein solcher Einwand noch weniger zu berücksichtigen.

Daß schließlich die erhöhte Temperatur ein Hindernis für die Entstehung von Chalzedon nicht bildet, ist durch Versuche von *A. Daubrée*²⁾ und von *J. Koenigsberger* und *W. J. Müller*³⁾ widerlegt. *Daubrée* stellte fest, daß achatähnliche Entglasungen in Stücken von Flaschenglas auftraten, die längere Zeit bei beginnender Rotglut mit Wasser behandelt wurden. Die beiden anderen Beobachter erhielten aus Glasstückchen, die 60 Stunden lang mit Wasser von 360°C digeriert wurden, radialstrahlige Aggregate, die als Chalzedon zu identifizieren waren.

Die Annahme ursprünglich kolloidaler Natur der „Achatlösung“ stößt wohl nicht auf einen Widerspruch, im Gegenteil würde durch sie die Anreicherung von Kieselsäure verständlicher werden, als bei Annahme einer kristalloiden Lösung.

In diesem Fall ist die kritische Temperatur des Wassers eine für die Form des Achats bedeutsame Grenztemperatur, indem nämlich unterhalb 375°C in dem Hohlraum ein Meniskus entstehen kann, über ihr aber nicht. Sind daher die Mandeln so gestaltet, daß sie während ihrer Bildung den ihnen zur Verfügung stehenden Raum völlig erfüllten, so sind sie aus fluider Phase entstanden. Dies entspräche etwa den Entstehungsbedingungen der Obersteiner Mandeln, bei den Uruguayachaten dagegen existierte im Moment ihrer Bildung eine dampfförmige Phase neben der flüssigen.

Entstehungstemperatur solcher Pegmatite lag demnach in der Nähe von 575° .

¹⁾ *Wo. Ostwald*, Die Welt der vernachlässigten Dimensionen 1915. S. 163.

²⁾ *A. Daubrée*, Synthet. Studien z. Experimentalgeologie, Braunschweig 1880. 122.

³⁾ *J. Koenigsberger* und *W. J. Müller*, Centralbl. f. Min. usw. 1906. 339 u. 353.

¹⁾ Ein geringer Gehalt an Alkalisilikat ist wohl anzunehmen. Hierdurch werden die kritischen Temperaturen in dem Sinne verändert, als sich der Existenzbereich für die fluiden Phasen verkleinert. Im System Alkalisilikat—Wasser findet nach *G. W. Morey* (Zeitschrift f. anorg. Chemie, 86, 320, 1914) ein Schnitt der kritischen Kurve mit der Löslichkeitskurve voraussichtlich nicht statt, d. h. es tritt eine fluide Phase vermutlich nicht auf.

²⁾ *E. Jordis* und *W. Hennis*, Journal f. prakt. Chem. N. F. 77. 238. 1908.

³⁾ Solche heißen Lösungen spielen nach *F. E. Wright* und *E. S. Larsen* (Americ. Journ. of Sc. 27, 421, 1909) bei der Entstehung der Pegmatite eine Rolle. Hier ist häufig die erste Generation der Quarze in der hexagonaltrapezoedrischen, die jüngere in der unter 575° stabilen trigonaltrapezoedrischen Modifikation ausgebildet. Die

Die Anschauung, daß fluide Phasen bei der Bildung von Spaltenausfüllungen eine Rolle gespielt haben könnten, ist auch von P. Niggli¹⁾ ausgesprochen worden. Da hierbei ein erhöhter Druck vorhanden ist, so erscheint es verständlich, daß auch ganz feine Spaltrisse mit der injizierten Masse erfüllt sind, und daß sich Gänge auf große Erstreckung hin gleichartig anfüllen konnten. Solche Verhältnisse finden wir bei den Achatmandeln wieder, wie es oben näher ausgeführt wurde.

Auch das Auftreten der großen Quarz- und Amethystkristalle ist eine Stütze dieser Ansicht; die fluide Natur des Mandelinhalts begünstigte ihre Ausbildung. In den Uruguayachaten treten derartig prächtige Drusen nicht auf.

Die mir zur Verfügung stehenden Quarze aus Obersteiner Mandeln kristallisieren trigonal trapezoidisch; sie sind also unter 575 ° C entstanden, da über dieser Temperatur eine hexagonal trapezoidische Modifikation²⁾ stabil ist. Dadurch wird die Entstehungstemperatur hier noch enger begrenzt. Das Auftreten völlig gefüllter Mandeln dürfte somit einen Bereich der geologischen Thermometerskala bestimmen, der zwischen 375 und 575 ° C gelegen ist.

V.

An einigen Beispielen möge die vorstehend entwickelte Anschauung geprüft werden.

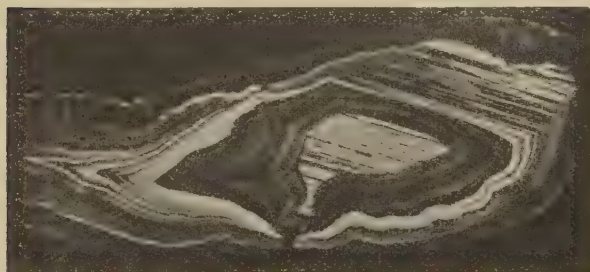


Fig. 4. Uruguayachat mit zwei Systemen von horizontalen Bändern. Nach R. E. Liesegang.

Unter den Uruguayachaten befinden sich häufig solche, die eine Zone von Festungsachat zeigen, welche die horizontal gebänderten Partien einschließt. Bisweilen wird die Struktur noch dadurch eine kompliziertere, daß innerhalb des Achats sich beide Arten zweimal wiederholen. Fig. 4 gibt ein Bild dieser Erscheinung. R. E. Liesegang³⁾ denkt sich u. a. die horizontalen Bänder hervorgerufen durch den Einfluß gewisser Stoffe, welche einen Übergang des Gels in den Solzustand, oder eine Verringerung der Viskosität hervorrufen, wie so etwas bei Tonen bekannt ist. Er zieht auch Temperaturerhöhung in Betracht, die dies bewirken könnte. Weiter

stellt er in Parallele damit das Auftreten von horizontalen Schichten, die durch ein Hineindiffundieren der Luftgase von der Oberfläche her in Wasserglaslösungen entstehen, in denen durch Eisensalze Silikatgewächse erzeugt wurden. Solche „Gergensschen“ Bildungen entstehen leicht, wenn man in Wasserglas Eisenchlorid oder Calciumchlorid in kleinen Stückchen einträgt; ob aber ein ursächlicher Zusammenhang dieser Gewächse mit den horizontalen Bändern besteht, erscheint mir fraglich, da doch die Verknüpfung beider Vorgänge sehr selten ist, und in den meisten Achaten nicht beobachtet wird.

Ein viel einfacheres Deutungsprinzip ist die oben auseinandergesetzte Theorie. Zwanglos kommt man zu den beiden Mandeltypen bei dem Sinken der Temperatur vom überkritischen Gebiet in das Existenzgebiet dampfförmiger Phasen. Auch die Altersfolge entspricht diesem Vorgang.

Eine zeitweilige Temperaturerhöhung ist natürlich nicht ausgeschlossen, besonders bei Nachschüben. Hierdurch dürfte eine Deutung für Fig. 4 gefunden sein.

Die horizontalen Lagen der Uruguayachate sind meist nicht so regelmäßig ausgebildet, wie die Bänderung der Festungsachate. Ein Stück, welches diese Erscheinung deutlich zeigt, ist in Fig. 5 abgebildet. Unscharfe Begrenzungen und verschiedene Dicken kennzeichnen diese Bildungen. Auch läßt sich das Diffusionsprinzip, das auch hier in die Erscheinung tritt, nur bei Annahme sehr unregelmäßig verteilter Beimengungen auf diese Bildungen anwenden. Zieht man aber die Erscheinungen in Betracht, die sich beim Übergang aus dem kritischen Zustand in den darunterliegenden Temperaturbereich abspielen, so ist auch diese scheinbare Besonderheit etwas Notwendiges. Der Übergang kennzeichnet sich durch eine emulsionsartige Entmischung. Es bilden sich zwei Phasen aus, die zunächst nur wenig voneinander verschieden sind und demnach ähnliches spez. Gewicht besitzen. In dieser Emulsion werden sich die Tropfen nach und nach zu größeren vereinigen, doch ist dieser Vorgang ein ganz willkürlicher, der zu Tropfen von verschiedener Größe führen wird. Durch die Einwirkung der Schwere sinken sie nacheinander zu Boden, breiten sich hier aus und bilden hier wirkliche „Schichten“. „Verunreinigungen“ werden sich hierbei auf der Oberfläche der Tropfen ansammeln und können die feinen Grenzlinien zwischen den Schichten verursachen. Der ganze Sedimentationsvorgang erforderte sicher längere Zeit, in dem Maße, wie sich das Gestein abkühlte, mehr oder weniger lange.

Es sei auch noch einmal hingewiesen auf die S. 220 erwähnten Riesenmandeln aus Island. L. v. Buch gibt eine schematische Zeichnung, nach der diese Erklärung durchaus zutrifft. Den ganzen Hohlraum kleidet eine dicke Schicht Chalzedon aus, unten sind mehrere dicke Lagen horizontal gebänderten Chalzedons gezeichnet und

¹⁾ P. Niggli, Centralbl. f. Min. usw. 1912. 331.

²⁾ R. Nacken, Neues Jahrb. f. Min. usw. 1916. I. 71.

³⁾ R. E. Liesegang, Die Achate, S. 79 f.

die oben herabhängenden Stalaktiten sind vielleicht als Gergenssche Gewächse anzusprechen oder sind aus fluider Phase durch Vereinigung einzelner Tropfen, die oben hängen blieben, entstanden.

Die mehrfache Zufuhr von Kieselsäurelösung, wie sie zur Erklärung der in Fig. 4 abgebildeten Form nötig ist, ist auch bei anderen Typen deutlich zu konstatieren. Erinnert sei an die *Schlottwitzer* Trümmerachate, bei denen präexistierende Achate zertrümmert und dann ihre Stücke durch Kieselsäure von neuem verkittet wurden. Etwas Ähnliches ist der Fall bei dem in Fig. 6 abgebildeten Stück. Es ist aber nicht nur deswegen interessant, weil es darauf hinweist, daß eine zweite Kieselsäurezufuhr stattgefunden hat, sondern weil es auch zeigt, daß die Lösung auf einmal eingedrungen ist. Das Stück, welches Fig. 6 zeigt, besteht aus zwei Generationen von Quarzkristallen, *b* und *c*, von denen die äußere Lage *b* aus



Fig. 5. Horizontale Schichtung in einem Uruguay-achat.

Amethyst, die innere *e* aus farblosem Material besteht. Die Amethyste sitzen auf einer Schicht Chalzedon *a*, und es war jedenfalls dieser Teil des Achats völlig ausgebildet, als er von einer Reihe von Spalten *f* durchsetzt wurde. Die Risse, die quer durch die Kristalle der Zone *b* hindurchsetzen, sind zum Teil mehrere Millimeter breit, zum Teil ganz fein. Sie sind angefüllt von unregelmäßig gebändertem, intensiv rot gefärbtem Chalzedon. Dieser rote Chalzedon setzt sich bei *d* scheinbar fort rings um das innere helle Quarzmaterial. Die Schicht *d* bildet die einzelnen aus der Schicht *b* herausragenden Spitzen der Amethyste ab. Es sieht so aus, als ob die wachsenden Amethyste die noch weiche Chalzedonmasse vorgeschoben hätten. Das ist wohl aber höchstens für eine ganz kurze Strecke der Fall gewesen. Die Deutung erscheint mir vielmehr folgende. Die Achatmandel war ursprünglich eine solche mit hohlem Innenraum *e*.

Nach ihrer völligen Verfestigung riß sie an mehreren Stellen auf. In den Rissen und im Innern konnten Lösungen eine Eisenverbindung niederschlagen, die sich adsorptionsartig auf der Oberfläche festsetzte. Erst hierauf wurde Kieselsäurelösung zum zweitenmal injiziert, die Eisenverbindungen wurden hierbei diffusibel und erzeugten den rot gebänderten Chalzedon, dessen Bänderung in den Spalt parallel den Wänden, im Innern nach den Umrissen der Amethystspitzen verläuft. Noch jetzt erkennt man einen sehr feinen Überzug auf den Endflächen der Amethyste von brauner Färbung, der vielleicht aus irgendeinem Grunde nicht löslich geworden ist (Mangan?). Auf ihm sitzt zunächst eine dünne Schicht faserigen Quarzes und dann erst folgt die rote gebänderte Lage.

Ein langsames Zufließen der zweiten Füllung erscheint zum mindesten fraglich, denn in dem Fall wären die engen Gänge sicher verstopft wor-

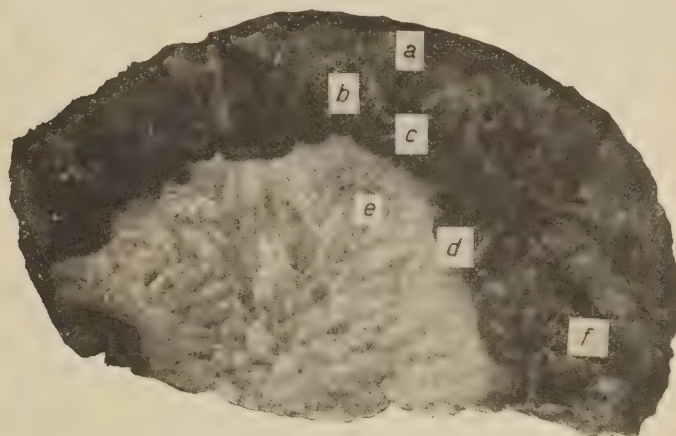


Fig. 6. Amethyst-Druse mit Spaltrissen, *f*, durch die die Zufuhr in den ursprünglich leeren Hohlraum, *e*, im Innern erfolgte.

den, bevor die Lösung sie ganz passiert hätte. Auch bei diesem Stück hat man den Eindruck, daß erheblicher Druck bei der Injektion eine Rolle gespielt haben muß. Beide Achate entstanden ihrer vollständigen Füllung nach zu urteilen im Gebiet über der kritischen Temperatur des Wassers.

Es sollen hier weitere Beispiele nicht gehäuft werden, da wohl jeder Achat etwas Besonderes liefern dürfte. Ein Widerspruch gegen die oben ausgeführte Theorie ist mir noch nicht aufgefallen. Aber erst das Experiment kann eine einwandfreie Entscheidung bringen.

Kurz zusammengefaßt ergeben sich folgende wesentliche Punkte: Die Ausfüllung der Mandeln in den Melaphyren und anderen plutonischen Gesteinen erfolgte bei einer Temperatur, die in der Nähe der kritischen für Wasser liegt. Unter bedeutendem Druck wurde durch Spalten und Risse die Kieselsäure-Wasser-Mischung injiziert. Als

fluide Phase konnte dieses Gemisch den ihr zur Verfügung stehenden Raum in der Spalte oder Gasblase ausfüllen, und es war in größeren Blasen Gelegenheit geboten zur Bildung der großen Amethystkristalle. Beim Abkühlen konnte unter Umständen die Temperatur unter 375 ° C sinken, bevor der Erhärtungsprozeß beendet war. Jetzt war Gelegenheit gegeben für die Bildung eines Meniskus innerhalb der Mandel. Der Übergang aus der fluiden Phase in das Zweiphasensystem ist durch eine emulsionsartige Entmischung gekennzeichnet. Durch das Absinken solcher Tropfen entstehen einzelne Schichten, die horizontale und parallele Lage haben müssen, die Schichtung der Uruguayachate. Die Temperatur ist ein Faktor, der über große Erstreckung hin gleich sein kann; hierdurch wird verständlich, daß die Achattypen räumlich getrennt auftreten und in einigen Landstrichen z. B. der Uruguaytypus fehlt. Durch die geschilderten Verhältnisse wird die Ansicht *Liesegangs* über die Entstehung der Bänderstruktur nicht berührt, da auch jetzt noch angenommen werden muß, daß die Vorgänge, die zur Bänderung führen, in einer dispersen Phase erfolgen, in einer Gallerte, die im wesentlichen aus SiO_2 und H_2O besteht.

Die Komponentengliederung des Geruchs und seine chemische Grundlage.

Von Privatdozent Dr. Hans Henning,
Frankfurt a. M.

So leicht es uns fällt, an gefärbten Gegenständen nur auf die Farbqualität zu achten und ein Kontinuum der Farbenempfindungen herzustellen, so unbeholfen stehen wir den riechenden Objekten gegenüber: die Sprache gibt uns keine Worte zur Bezeichnung der Geruchsqualitäten als solcher an die Hand; auch sind wir nicht geübt, lediglich die Geruchsempfindung für sich zu beachten und im Erlebnis ganz von der Riechquelle abzusehen. Jeder Vergleich und jede Ordnung von Gerüchen mißlingt aber, wofern man nicht vom Duftträger abstrahiert. Wie die primitiven Völker häufig in Farbenvergleichen (etwa eines braunen Tuches mit einem Stück Holz) stranden, weil sie von der verschiedenartigen Struktur des Gewebes und des Holzes nicht abstrahieren, so erscheint manchem Kulturmenschen (abgesehen vom süßen Geschmack) der Himbeergeruch und der Ananasgeruch heterogen und unvergleichbar, weil diese Früchte so ganz anders aussehen. Im Geruchsgebiete ist die Erlebnisstruktur weiter Volksmassen noch durchaus komplex und gegenständlich orientiert, was auch den Mangel des Sprachschatzes an eigentlichen Geruchsamen erklärt. So war es Sache des psychologischen Versuches, die Geruchsqualität aus den Erfahrungszusammenhängen und aus der Begleitung anderer Hautsinne (namentlich des

Geschmackes) zu isolieren, dadurch die Geruchsvergleichung sowie das Geruchskontinuum zu ermöglichen und endlich alle einzelnen psychologischen Faktoren kausal zu erfassen.

Im psychologischen Versuch erhält man danach ein Kontinuum der Gerüche, wobei die reich entwickelte Psychophysik weitergehende Schlüsse erlaubt. Soll dieses experimentell gefundene Kontinuum schematisch dargestellt werden, so muß das Modell überall dort eine Ecke bekommen (wie wir dies vom Farbenoktaeder kennen), wo die Ähnlichkeitsrichtung beim Durchlaufen der Reihe sich ändert. So bleibt man vom Rot durch die Orangetönungen hindurch zu Gelb gehend in derselben Richtung: die Ähnlichkeit zu Rot nimmt mit fortschreitenden Gliedern sinnlich deutlich ab, während sich die Ähnlichkeit zum reinen Gelb steigert; hinter Gelb kommt jedoch etwas Neues: sinnlich ist nichts Rotes mehr da, dafür findet wir allmählich zunehmendes Grün usf. Ganz anders behält man beim Durchlaufen der Tonreihe dieselbe Ähnlichkeitsrichtung ohne Unterbrüche vom tiefsten zum höchsten Ton bei. Im Geruchsgebiete zeigen sich sechs Umkehrpunkte der Ähnlichkeitsrichtung und somit *sechs Geruchsklassen*, auf welche die herkömmlichen Bezeichnungen: *Würzig* (Vertreter sind: Anisaldehyd, Anethol, Chavicol, Hydrochinonäther), *Blumig* (Vertreter sind: Jasmon, Jonon, Zyklo-Citralidientrimethylcarbinol), *Fruchtig* (Vertreter sind: Äthyläther, Linalool, Methylheptenon, Citral), *Harzig* (Vertreter sind: die Pinene, Camphen, Santen), *Brenzlich* (Vertreter sind: Chinolin, Pyridin, Nikotin) und *Faulig* (Vertreter sind: Kakodyle, Merkaptane, Schwefelkohlenstoff) wissenschaftlich fixiert seien. Indem wir nacheinander an den verschiedenen Gerüchen riechen, können wir das Kontinuum durchlaufen. Mit jedem Schritte wird dabei die Ähnlichkeit zum Anfangsglied (etwa Fruchtig) kleiner und die Ähnlichkeit zum Endglied (etwa Harzig) größer; schließlich verschwindet die Ähnlichkeit zum fruchtigen Ausgangspunkt ganz, und allmählich findet sich eine neue Ähnlichkeit (etwa Würzig), die fortschreitend immer stärker wird, während das Harzige mit jedem Gliede abnimmt usf. Diese Übergänge werden schematisch abgebildet durch die Ecken und Kanten eines (regulären trigonalen) *Prismas*.

Allein daneben existieren weitere einfache Gerüche, die sich keineswegs in eine Kante zwischen zwei Ecken einpassen. Vielmehr zeigen manche Aromatika (z. B. das Absinthol) nächste Ähnlichkeit zu mehr als zwei Nachbarn (analog hat eine bestimmte Orangetönung im Farbenoktaeder mehrere ähnlichste Nachbarn: ein röteres, ein gelberes, ein gesättigteres und ein ungesättigteres Orange). Dementsprechend besitzt mancher Riechstoff Ähnlichkeit zu drei Ecken des Geruchsprismas und zwar in verschiedener Stärke. Und so kann man kontinuierlich von einer Prismenecke etwa zu der gegenüberliegenden Prismen-

ecke gelangen, ohne den Gerüchen der verbindenden Kanten zu begegnen. Dieser Sachlage wird das Modell gerecht, indem solche Gerüche ihren Platz in den *Flächen* des Prismas erhalten. Und zwar kommen sie je nach dem Ähnlichkeitsgrade zu den verschiedenen Ecken in eine entsprechende Entfernung von den Ecken in den Prismenflächen zu stehen. Solche Körper wären: Moschusgerüche, die sellerieartigen Laktone, Thujongerüche usw.

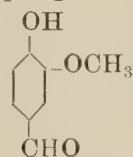
Einfach, d. h. nicht in eine Zweifelt der Erlebnisses aufspaltbar (etwa wie wir beim Einklemmen der Orgeltaste für den Grundton ermüdet nachher nur noch den ersten Oberton hören usw.) sind alle Gerüche, denen chemisch einfache Aromatika (d. h. reine chemische Verbindungen einer Art) als Reiz zugrunde liegen. Indessen können wir (wie im Tongebiete) eine Mischung mehrerer einfacher Gerüche als eine *verschmolzene Einheit* erleben (z. B. Kölnisches Wasser); natürlich lassen sich aus solchen einheitlichen Mischungen mehr oder weniger die einzelnen Bestandteile herausriechen. Während aber das Modell der einfachen Gerüche eine starke Analogie zum Farbenreiche zeigte (es fehlt jedoch etwas dem Farbenkontrast und den Komplementärfarben Analoges), neigen die Verschmelzungsgesetze des Geruchssinnes zu den Gesetzen im Tongebiete (doch fehlt eine Analogie zu den festen Relationen wie der Terz und auch zu der Wiederkehr wie bei der Oktav). Das Geruchskontinuum spielt danach eine Vermittlerrolle zwischen den Gesetzen des Farbsinnes und des Gehörsinnes. So konnte die Geruchsforschung den anderen Sinnesgebieten dort zu Hilfe kommen, wo jene in Sackgassen gelandet waren.

Von diesen rein psychologischen Ergebnissen ausgehend ließ sich nun auch der Chemismus des Geruches etwas weiter aufhellen. *Chemisch* ist der Geruch unweigerlich eine konstitutive Eigenschaft der Materie. *Haycraft* betonte, daß die Geruchsintensität in *homologen Reihen* von den niederen zu den höheren Gliedern zunimmt; zahlenmäßig stimmt dieser Satz nicht genau, auch sind gerade die höchsten Glieder meist geruchlos. Dann machte er das 2., 4. und 6. Glied der 5., 6. und 7. Gruppe des *periodischen Systems* für den Geruch verantwortlich. Zunächst riechen durchaus nicht alle Verbindungen mit solchen Atomen, und dann fehlt mit Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff gerade der wesentlichste Bestandteil der Aromatika. Schließlich suchte man in bestimmten *geruchgebenden* (osmophoren) *Atomgruppen* (die Hydroxyl-, Aldehyd-, Keton-, Ester-, Nitro-, Nitril-, Azimidogruppe usw.) den Geruchskemismus. Zahlreiche riechende Stoffe, so die anorganischen, bleiben dabei unberücksichtigt. Außerdem gibt es eine Menge gleich oder fast gleich riechender Aromatika, die trotzdem durchaus verschiedene Osmophore besitzen. Auf diese geruchgebenden Atomgruppen läßt sich indessen nicht verzichten — ihre Entfernung macht die Verbindung geruchlos —, allein

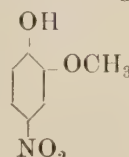
der Chemismus des Geruches bleibt noch vieldeutig.

Nötig sind zunächst die Haycraftschen Atome, zu denen Stickstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff (vor allem in Ringform geordnet) hinzugefügt werden müssen. Denken wir an Triäthylsilikol, so wäre die Reihe noch zu erweitern. Solche Atome oder Atomkomplexe sind *Radikale*, an die noch *osmophore Gruppen* treten müssen, um ein Aromatikum auszumachen. Unsere sechs Geruchsklassen finden dabei jedoch keinen Ausdruck; man denke nur an die Moschussubstitutionen und daran, daß Stoffe der verschiedensten chemischen Klassen (Aldehyde, Säuren usw.) gleich riechen können; außerdem ist auch der Chemismus des Geruches dann noch vieldeutig. Hingegen zeigt sich, daß die Riechstoffe *einer und derselben Geruchsklasse dieselbe Strukturorientierung* der osmophoren Gruppen zu den Radikalen zeigen, und daß Übergangsgerüche zweier Klassen ganz oder teilweise die Bindungseigentümlichkeiten beider Geruchsklassen aufweisen.

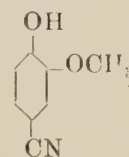
Werfen wir einen Blick auf die Konstitutionsformeln gleich oder ganz ähnlich riechender Aromatika: bittermandelartig riechen Benzaldehyd C_6H_5CHO , Nitrobenzol $C_6H_5NO_2$, Benzonitril C_6H_5CN und Azimidobenzol $C_6H_5N_3$, oder denken wir an die Formeln der Obstgerüche, Kampfergerüche usw. Vanillegerüche sind



Vanillin.

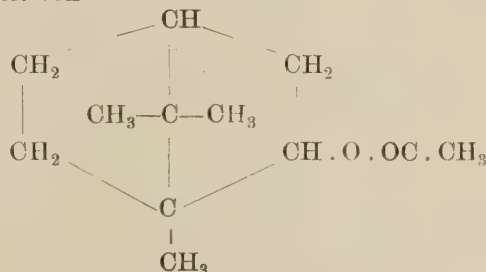


p-Nitroguajakol.



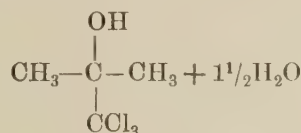
p-Cyanguajakol.

Überall findet sich, selbst wenn die Radikale und die Osmophore ganz verschieden sind, bei ähnlich riechenden Stoffen auch die *gleiche Strukturordnung gerade der osmophoren Gruppen zum Radikal*. Sogar das bisher schwierigste Rätsel, die große (kampferartige) Geruchsähnlichkeit von



Bornylacetat (zyklisches Terpen)

und



Trichlorisobutylalkohol (aliphatischer Körper)

zeigt ein *identisches* Gesicht hinsichtlich der Orientierung der Osmophore zum Radikal. Beim

Trichlorisobutylalkohol wirkt Chlor als durchdringend stechender Reiz für die Enden des Trigeminusnerven der Nasenwurzel, beim Bornylacetat wird dazu noch eine besondere Gruppenanordnung nötig.

Im allgemeinen erhalten wir nun noch mehr Atomgruppen, als sie der Chemismus des Geruches erfordert. Diese dienen aber bekanntlich als Korrelat des Geschmacks, der Stichempfindung, der Farbe, der Lumineszenz, der Fluoreszenz, der toxischen Giftigkeit usw. und sind gesondert von der Geruchswirkung zu betrachten. Darauf ließen sich für jede der gefundenen Geruchsklassen bestimmte Bindungsanordnungen¹⁾ der osmophoren Gruppen ermitteln.

Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie vom 20. bis 22. Dezember in Berlin.

Die Hauptversammlung der Bunsen-Gesellschaft hat unter Beteiligung von mehr als Hundert Mitgliedern stattgefunden. Aus der Zahl der Vorträge, die zum Teil zu lebhafter Diskussion Anlaß gaben, sei hier über einige berichtet, die Gegenstände von allgemeinerem Interesse betrafen.

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *Theodor Paul* (München) sprach über die Entsäuerung des Weines mit Dikaliumtartrat. Zur Verbesserung der Weine, die in schlechten Weinjahren zu viel Säure enthalten, wandte man bisher in Deutschland im wesentlichen zwei Methoden an: die Zuckerung mit nachfolgender Vergärung und die Entsäuerung mit kohlen-saurem Kalk. Die Zuckerung bietet für die Praxis den Vorteil, daß eine Volumenvermehrung des Weines damit verbunden ist, die jetzt das Gesetz bis zu 33 % zu steigern erlaubt. Im Herbst 1916 gelangten im ganzen 170 000 dz Zucker für die Zwecke der Entsäuerung zur Verteilung. Es ist also jetzt eine Aufgabe von nicht geringer Bedeutung, die Brauchbarkeit von Ersatzverfahren zu prüfen. Über die wissenschaftlichen Grundlagen der Entsäuerung mit kohlen-saurem Kalk hatte der Vortragende auf der vorjährigen Hauptversammlung berichtet. Die Methode eignet sich vorzüglich zur Verbesserung von zu sauren Weinen, sie stellt jedoch keinen einfachen Neutralisationsvorgang dar, sondern hat eine weitgehende Veränderung der Konstitution des Weines und eine erhebliche Verschiebung der chemischen Gleichgewichte zur Folge. Es dauert auch längere Zeit, ehe der verbesserte Wein flaschenreif ist. Die Anwendung der physikalisch-chemischen Lehren auf die Weinchemie führte zu dem Versuch, den Säuregrad durch Hinzufügen von weinsäuren Salzen herabzusetzen, was auf der Rückdrängung der Dissoziation der

Weinsäure durch die gleichionigen Salze beruht. Den Vorschlag, das Dikaliumtartrat zur Entsäuerung der Weine zu verwenden, hat bereits *Liebig* gemacht und über erfolgreiche Versuche damit ausführlich berichtet; der Vorschlag war trotzdem unbeachtet geblieben. Um die theoretischen Grundlagen des Verfahrens festzustellen, sind sehr eingehende Versuche angestellt worden. Einen ausführlichen Bericht darüber bringt die Zeitschrift für Elektrochemie. Als Hauptergebnisse sieht der Vortragende die folgenden an:

Die Entsäuerung des Weines mit Dikaliumtartrat beruht in erster Linie auf dem chemischen Gleichgewicht zwischen Weinsäure und Dikaliumtartrat. Obwohl sich die Einwirkung dieses Salzes auf die Weinsäure im allgemeinen nach der Reaktionsgleichung abspielt:

$$\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 = 2\text{HKC}_4\text{H}_4\text{O}_6,$$

wobei sich das Monokaliumtartrat nach Überschreitung seines Löslichkeitsproduktes aus der Lösung ausscheidet, gestaltet sich doch die Verminderung der Wasserstoffionen in der Lösung, auf die es hier ankommt, bei Zusatz steigender Mengen von Dikaliumtartrat wesentlich komplizierter. Da der Weinstein im Wasser ziemlich löslich ist (1 Liter reines CO₂-freies Wasser löst bei + 18° 4,903 g = 0,026 07 g-Mol HKC₄H₄O₆), so findet zunächst beim Hinzufügen des Dikaliumtartrats eine Anreicherung der Lösung an Monokaliumtartrat statt, die eine starke Rückdrängung der Wasserstoffdissoziation der Weinsäure zur Folge hat. Nachdem die Ausscheidung des Weinsteines begonnen hat, geht bei weiterem Zusatz von Dikaliumtartrat die Verminderung der Wasserstoffionen regelmäßiger vor sich. Die hierbei auftretenden Gleichgewichte wurden theoretisch und experimentell untersucht, wobei sich eine befriedigende Übereinstimmung ergab.

Die deutschen Weißweine enthalten im Durchschnitt 80 g Alkohol im Liter. Dieser Alkoholgehalt vermindert die Löslichkeit des Weinsteines sehr erheblich (1 Liter wässriger Alkohol, der 80 g Alkohol im Liter enthält, löst bei + 18° 2,935 g = 0,015 60 g-Mol HKC₄H₄O₆), und infolgedessen verschieben sich die chemischen Gleichgewichte bei der Entsäuerung einer solchen alkoholhaltigen Weinsäurelösung mit Dikaliumtartrat gegenüber der wässrigen Lösung wesentlich. Dies hat u. a. zur Folge, daß die in der letzteren am Anfang beobachtete unverhältnismäßig starke Verminderung der Wasserstoffionen sich anders gestaltet. Auch diese Gleichgewichte wurden eingehend untersucht.

Obwohl der Wein bei seinem Werdegang infolge der Abscheidung von Weinstein zeitweise eine gesättigte Lösung von Monokaliumtartrat darstellt, vermag der fertige Wein im allgemeinen noch erhebliche Mengen davon aufzunehmen. So lösten sich in einem Moselwein (Thörnicher 1913er, vom Säuregrad 1,12 = 1,12 mg-Ion H⁺ in 1 Liter) 0,6950 g HKC₄H₄O₆, und in einem Pfalz-

¹⁾ Vgl. Der Geruch, Leipzig, J. A. Barth, 1916, S. 281—305, wo ich alle fremden und eigenen Versuche und Tatsachen sammelte.

wein (Deidesheimer Kieselberg 1913er, vom Säuregrad $0,611 = 0,611$ mg-Ion H^+ in 1 Liter) $0,8390$ g $HKC_4H_4O_6$. Da der Wein bereits Weinstein gelöst enthält, so läßt sich erwarten, daß die in jenen Lösungsmitteln beobachtete anfängliche große Säuregradsverminderung erheblich geringer ist. Wie die an einigen naturreinen Weinen aus verschiedenen deutschen Weinbaugebieten mit Dikaliumtartrat angestellten Versuche lehrten, ist dies tatsächlich der Fall. Beim Wein gestalten sich die Verhältnisse insofern komplizierter, als er außer der Weinsäure noch andere Säuren, wie Milchsäure, Äpfelsäure, Bernsteinsäure und Essigsäure in geringen Mengen enthält.

Bei der Entsäuerung des Weines mit Dikaliumtartrat gelangen keine Fremdkörper in den Wein, da Weinsäure und Kalium in jedem Wein vorhanden sind. Außerdem werden diese Stoffe größtenteils wieder ausgeschieden. Vor der Entsäuerung mit kohlensaurem Kalk hat diese Methode den Vorteil, daß sie keinen so tiefen Eingriff in das Wesen des Weines bedeutet und keine längere Lagerung nach der Entsäuerung bedingt. Die Abscheidung des gebildeten Weinstein geht wegen seiner Eigenschaft, gut zu kristallisieren, glatt und im wesentlichen ohne Auftreten von Trübungen vor sich, so daß der Wein alsbald trinkfertig ist. Von besonderem Interesse ist die Entsäuerung des Weines mit Dikaliumtartrat im Hinblick auf den während des gegenwärtigen Krieges bestehenden und in den nächsten Jahren zu erwartenden Zuckermangel. Da nach den derzeitigen gesetzlichen Bestimmungen diese Entsäuerung nicht zulässig ist, dürfte es zweckmäßig sein, das Dikaliumtartrat in die Zahl der Stoffe aufzunehmen, die bei der Kellerbehandlung (§ 4 des Weingesetzes vom 7. April 1909) dem Wein zugesetzt werden dürfen.

Das Verfahren der Weinentsäuerung mit Dikaliumtartrat ist auch physiologisch von Interesse zur Prüfung der Frage, ob der saure Geschmack einer Flüssigkeit nur von ihrem Gehalt an freien Wasserstoffionen abhängt. Wohl ist es möglich, bei ein und derselben Säure, z. B. Salzsäure, den Grad der Verdünnung durch den Geschmack zu unterscheiden, beim Vergleich verschiedener Säuren schmecken aber nicht die mit gleichen Konzentrationen an Wasserstoffionen gleich sauer, sondern die Lösungen der schwächeren Säuren schmecken verhältnismäßig zu sauer. Der Grund ist, daß auch die Anionen und die nicht dissoziierten Anteile der Säuren eine spezifische Geschmacksempfindung auslösen. Durch abgestuften Zusatz von Dikaliumtartrat zu ein und demselben Wein gelingt es nun, die Konzentration der Wasserstoffionen zu verändern, ohne daß die anderen am Geschmack beteiligten Faktoren wesentlich mitverändert werden. Der auf der vorjährigen Versammlung von *E. Beckmann* gegebenen Anregung, dies durch eine Kostprobe zu demonstrieren, kam der Vortragende jetzt nach. Ein ziemlich saurer Wein war in vier Stufen mit

Dikaliumtartrat entsäuert worden, so daß in je einem Liter der — mit Hilfe der Zucker-Inversionsgeschwindigkeit festgestellte — Gehalt an freien Wasserstoffionen betrug: 1,8; 0,95; 0,55; 0,25 mg H^+ . Es war eine große Anzahl Gläserreihen aufgestellt, deren jede aus vier Gläsern bestand, die mit Kennziffern versehen waren. Jeder der Teilnehmer hatte nach der von ihm vorgenommenen Kostprobe die Kennziffern der Weine nach der Stärke ihres sauren Geschmacks zu ordnen. 60 % der Teilnehmer führten die Probe ohne Fehler und 29 % mit nur einem Fehler aus, womit erwiesen ist, daß die Stärke des sauren Geschmacks eines stufenweise entsäuerten Weines seinem Säuregrad, d. h. der Konzentration der darin enthaltenen Wasserstoffionen parallel geht und daß geringe Unterschiede von 0,3 mg-Ion Wasserstoff im Liter auch von Ungeübten durch den Geschmack festzustellen sind.

Prof. Dr. W. Böttger (Leipzig) behandelte die Herstellung fadenförmiger Kristalle (Kristalldraht für Glühlampen) nach dem Verfahren der Firma Julius Pintsch A.-G. Wenn man Wolfram mit einer geringen Menge, etwa 2 %, von Thoriumoxyd versetzt, daraus unter Zusatz eines Bindemittels eine Paste knetet und diese zu Fäden verspritzt, so zeigt sich beim Brennen derartiger Fäden, daß die Ausbildung kristallinischen Gefüges durch den Thoriumoxydzusatz erheblich begünstigt wird. Die Fäden bestehen dann aus zahlreichen Stücken mit glänzenden Flächen und Kanten. Die einzelnen Stücke besitzen hohe Knickbarkeit, während die Stellen, wo solche Stücke aneinander grenzen, beim Biegungsversuch leicht durchbrechen. Es entstand so die Aufgabe, die einzelnen Kristalle nach einmal eingeleiteter Kristallbildung möglichst ohne Unterbrechung weiter wachsen zu lassen. Es gelang das dadurch, daß man die Fäden nach Passieren einer Vorwärmzone, in der die Auflösung des Thoriumoxyds stattfindet, mit schroffem Anstieg der Temperatur durch eine Temperaturzone von 2400 bis 2600° leitete, in der die Fertigformierung und die Kristallisation vor sich geht. Das Tempo war dabei so zu bemessen, daß die Kristallisationsgeschwindigkeit die Geschwindigkeit der Durchführung des Fadens übertrifft. Daß der so gewonnene Draht tatsächlich kristallinisches Gefüge mit Individuen von zum Teil vielen Metern Länge bei nur einigen hundertstel Millimetern Durchmesser besitzt, läßt sich bei der Untersuchung angeätzter Fäden erkennen. Dabei bilden sich auch die äußeren Merkmale von Kristallen — die Begrenzung durch ebene Flächen — aus, was übrigens auch nach längerem Brennen in der Birne und bei manchen Kristallen schon nach dem Formieren eintritt. Der ursprünglich nahezu kreisförmige Querschnitt weist danach achteckige Begrenzung auf. Ein Vorzug des Kristalldrahtes gegenüber gezogenen Drähten besteht darin, daß er auch bei längerer Brenndauer nicht die auf der Rekristallisation beruhenden, leichte Zerbrech-

barkeit bewirkenden Veränderungen aufweist. Mit großem Interesse wurden am Tage nach der Versammlung auf Einladung der Firma Pintsch die Einrichtungen besichtigt, mit denen die technische Herstellung des Kristalldrahtes erfolgt.

Im Zeichen des Krieges standen die Vorträge von Dr. R. Becker (Bergedorf): Zur Theorie der Detonation, und von Dr. J. Eggert und Dr. H. Schimank (Berlin): Einige Vorlesungsversuche zur Theorie der Explosivstoffe. Auch der Vortrag von Prof. Dr. K. Arndt (Charlottenburg) ist hierher zu rechnen. Er behandelte die Elektrochemie der Taschenlampenbatterien und zeigte, wie erstaunlich wenig durchgearbeitet dieser so wichtig gewordene kleine Apparat ist. Bei der Prüfung der Arbeitsleistung der üblichen Batterien zeigte sich, daß 25 % Mangansuperoxyd und 50 bis 80 % Zink über den vom Faradayschen Gesetz geforderten Betrag hinaus durch chemische Nebenvorgänge verbraucht werden. Die unbrauchbar gewordenen Batterien enthalten noch rund zwei Drittel des ursprünglich vorhandenen Zinks und Mangansuperoxyds, von jedem noch etwa 10 g, dazu ebensoviel Graphit. Schätzen wir unseren jährlichen Gesamtverbrauch auf 30 Millionen Batterien, so liegen in den entladenen Batterien insgesamt 300 000 kg Zink, ebensoviel Mangansuperoxyd und Graphit. Diese großen Mengen wertvoller Stoffe, ganz abgesehen von den Kohlestäbchen, Metallstreifen usw., werden bis jetzt zumeist weggeworfen, während man sonst in der Technik auf sorgfältigste Verwertung aller Abfälle bedacht ist.

Prof. Dr. R. Zsigmondy (Göttingen) sprach über Koagulation. Wie bei Gasen Abweichungen vom Boyleschen Gesetz bei höheren Konzentrationen besonders auffällig sind, so konnte man Ähnliches auch bei kolloiden Lösungen und Suspensionen erwarten. In der Tat wurde derartige bei Rauchteilchen von R. Lorenz und Eitel und bei Gummiguttemulsionen von Costatin beobachtet, und die Art der Abweichung läßt auf Abstoßung der einander stark genäherten Teilchen schließen. Ebenso läßt sich aus zahlreichen Tatsachen folgern, daß auch bei normal elektrisch geladenen Kolloidteilchen der verdünnten Hydrosale Abstoßung eintritt, sobald die Teilchen durch die Brownsche Bewegung einander sehr stark genähert werden. Reine kolloide Goldlösungen würden nicht jahrelang haltbar sein, wenn deren Ultramikronen bei ihren Zusammenstößen bis zur Berührung kommen würden.

Umgekehrt macht es die nach Entladung der Teilchen sehr schnell eintretende weitgehende irreversible Koagulation derselben Goldhydrosale wahrscheinlich, daß zwischen den unelektrischen Teilchen Anziehungskräfte bestehen, welche die Koagulation beschleunigen.

Nimmt man an, daß die Teilchen (im isoelektrischen Gebiet) von Anziehungssphären umgeben sind, derart, daß jedes Teilchen, dessen Mittelpunkt in die Anziehungssphäre eines zweiten gelangt, sich momentan mit ihm vereinigt, so muß

die Größe des Radius dieser Sphäre (R) von wesentlichem Einfluß auf die Koagulationsgeschwindigkeit sein. Die Koagulationszeit T (Zeit, die zur Verminderung der Teilchenzahl auf die Hälfte gebracht wird) wird dann bei vollständiger Entladung der Teilchen bestimmt sein von der ursprünglichen Teilchenzahl n_0 , vom Diffusionskoeffizienten D , der Brownschen Bewegung und von der Größe des Radius R . Eine neue, auf derartigen Grundlagen ruhende Theorie der Koagulation hat v. Smoluchowski gegeben und darüber in Göttingen vorgetragen¹⁾. Voraussetzung für die Prüfung seiner Formel, die aus der Änderung der Teilchenzahlen mit der Zeit den Radius der Attraktionssphäre berechnen läßt, ist allerdings, daß es gelingt, die Ultramikronen möglichst momentan zu entladen, und daß alle störenden Momente, die bei der langsamen Koagulation zuweilen beobachtet worden sind, durch geeignete Versuchsbedingungen ausgeschaltet werden.

Die Vorarbeit zu der eigentlichen ultramikroskopischen Untersuchung des Koagulationsvorgangs hat schon zu recht interessanten Resultaten geführt und überraschend einfache Gesetzmäßigkeiten erkennen lassen. Als Indikator für die bis zu einem bestimmten Grade vorgeschrittene Koagulation diene dabei der Farbenübergang der Flüssigkeit von Rot in eine leicht erkennbare Nuance von Violettrot. Die zugehörige Zeit wird als Koagulationszeit $t_{(VR)}$ bezeichnet.

Es zeigte sich, daß jede reine kolloide Goldlösung, die in bestimmter Konzentration zur Anwendung kommt, ein Gebiet kleinster Koagulationszeit besitzt, das bei mäßiger Elektrolytkonzentration schon erreicht wird und sich über weite Gebiete derselben erstreckt.

Die kleinste Koagulationszeit ist unabhängig von der Art des Elektrolyten, vorausgesetzt, daß man gewisse Vorsichtsmaßregeln anwendet und Umladung sowie Schutzwirkung durch Hydrolysenprodukte vermeidet.

Bei einem bestimmten Goldhydrosol wächst die Koagulationszeit annähernd umgekehrt proportional der Goldkonzentration.

Die ultramikroskopische Untersuchung des Koagulationsvorgangs hat zu einer Bestätigung der v. Smoluchowskischen Koagulationstheorie und zur Erkenntnis geführt, daß die entladenen Ultramikronen der Goldhydrosale sich auf kleine Entfernungen bereits anziehen, daß die berechneten Radien der Attraktionssphären aber von der Größenordnung der Teilchenradien sind und diese nur um das Zwei- bis Dreifache übertreffen.

Eine eigenartige Methode zur Gasanalyse durch Leitfähigkeitsmessung beschreibt Prof. Dr. F. Krüger (Danzig-Langfuhr). Man mißt dazu den Sättigungsstrom in einem Gemisch zweier Gase, das durch die α -Strahlen z. B. von Polonium leitend gemacht wird. Man macht die Länge des Ionisationsgefäßes so groß, daß sie gleich der

¹⁾ Physikal. ZS. 17, 357 u. 585 (1916).

Reichweite der α -Strahlen in dem dichteren der beiden Gase ist. Wird ein Teil des Gases durch ein weniger dichtes Gas ersetzt, so werden die α -Strahlen nicht mehr völlig absorbiert. Die Ionisation und der Sättigungsstrom sind also geringer. Man kann aus der Messung des Sättigungsstromes so den Prozentgehalt in einem Gemisch zweier gegebenen Gase bestimmen. Der Vortragende zeigt, daß man dabei auch die Messung stationärer Ausschläge verwenden kann, wenn man hinreichend große Widerstände zu dem Elektrometer parallel schaltet. Er hat solche hochohmigen Widerstände ($5 \cdot 10^8$ bis $3 \cdot 10^{13}$ Ohm) hergestellt durch Niederschlagen von Platin durch Kathodenzerstäubung auf Bernsteinstäbe.

Prof. Dr. A. Stock (Berlin-Dahlem) demonstrierte fettfreie Ventile für Arbeiten mit Gasen und eine selbsttätige Quecksilberluftpumpe. Prof. Dr. M. Bodenstein sprach über die physikalisch-chemischen Bedingungen der hüttenmännischen Zinkgewinnung, Prof. Dr. D. Holde über die Prüfung kolloidaler Graphite, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. F. Mylius (Charlottenburg) über normierte Metalle, das sind auf Veranlassung der Physikalisch-technischen Reichsanstalt hergestellte besonders reine Metalle, die von jetzt ab, nach Bestimmung ihrer Verunreinigungen, unter Beigabe amtlicher Prüfungsscheine als „normierte Metalle“ in den Handel gebracht werden. Ein Beispiel für umkehrbare Reaktion und Komplexbildung behandelte Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. K. Elbs (Gießen); die Umwandlung von Hypochlorit in Chlorat in alkalischer Lösung Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. F. Förster (Dresden). Prof. Dr. H. v. Euler (Stockholm) sprach über Löslichkeitsbeeinflussung durch Salze, Prof. Dr. Rothmund (Prag) über das sogenannte Antozon, Prof. Dr. O. Hönigschmid (Prag) über das Thoriumblei, Dr. F. Günther (Berlin) über Studien zum elektromotorischen Verhalten des Bleis und Prof. Dr. L. Wöhler (Darmstadt) über Bestimmung des heterogenen Wasserdampfgleichgewichts.

C.

Besprechungen.

Ohm, Joh., Das Augenzittern der Bergleute und Verwandtes. Bericht, vorgelegt der von der preußischen Regierung zur Erforschung des Augenzitterns der Bergleute eingesetzten Kommission. Berlin, Julius Springer, 1916. XII, 292 S. und 118 Fig. im Text. Preis M. 15,—.

Den Kern des Buches bilden 5 in v. Gräfes Arch. f. Ophthalmol. 1915—16 veröffentlichte Aufsätze. Es zerfällt in 4 Abschnitte. Der 1. Abschnitt macht uns mit der Veranlagung zum Augenzittern und dem Krankheitsbilde bekannt. Wir lernen die Beziehungen kennen, welche das Augenzittern zur Nationalität, zum Allgemeinzustand, zur Körpergröße, zum Alkoholismus und zur Heredität besitzt. Insbesondere wird der Augenbefund beim Augenzittern der Bergleute eingehend geschildert und die Einwirkung, welche äußere und innere Augenkrankheiten, Unfälle, Herabsetzung der Sehschärfe, Refraktion, Akkommodation, Lichtsinn, Störungen in der Beweglichkeit des Auges und der

binokulare Sehakt auf das Zustandekommen des Augenzitterns besitzen, sorgfältig analysiert. Es wird gezeigt, daß die Herabsetzung des Lichtsinns beim Zustandekommen des Augenzitterns die wichtigste Rolle spielt, daß von geringerer Bedeutung sind Körpergröße, Alkoholismus, Schielablenkung und ein noch unbestimmter Faktor, den Verf. mit X bezeichnet.

Von besonderer Bedeutung ist die Darstellung des Krankheitsbildes. Es ist dem Verf. gelungen, durch Ausarbeitung einer einfachen und zuverlässigen Vorrichtung zur graphischen Registrierung der Augen- und Lidbewegungen eine reichhaltige Sammlung von Kurven anzulegen, welche den sehr wechselvollen Charakter des Leidens erläutern und durch sorgfältige Analyse der einzelnen Zuckungen, durch genaue Ausmessung ihrer Größe, Bahn und Dauer sehr wertvolle Aufschlüsse ergeben über den Einfluß der Augenstellung, der Akkommodation, der Deutlichkeit des zentralen Sehens, der Bewegung und Haltung des Körpers, des galvanischen Stroms, der Medikamente und der seelischen Einflüsse auf das Augenzittern. Wir erfahren, daß die Zuckungsdauer im Hellen geringer ist als im Dunkeln, daß sie bei Aufwärtsbewegung der Augen zunimmt, daß Zittern beim Blick nach abwärts selten auftritt, daß die Peripherie des Blickfeldes ganz oder fast ganz frei von Zittern ist, daß die Akkommodation und Konvergenz in der Regel beruhigend auf das Zittern einwirken, daß die Dunkelheit auf das Augenzittern der Bergleute einen erregenden, das Licht einen beruhigenden Einfluß ausübt, daß schlechte zentrale Sehschärfe das Auftreten des Augenzitterns begünstigt, daß heftige körperliche Erschütterungen das Augenzittern verschlimmern, daß unter den 4 wahren Lagen des Körpers die Bauchlage fast immer die ungünstigste, die Rückenlage die vorteilhafteste ist, daß der Alkohol das Zittern vermindern und in schlimmen Fällen sogar ganz beseitigen kann, und daß in ähnlicher Weise die dem Alkohol verwandten Sedativa und Hypnotika wirken.

Der 2. Abschnitt ist den Beziehungen gewidmet, welche zwischen dem Augenzittern der Bergleute und dem Dunkelnystagmus der Tiere, dem Pendelzittern der Kinder, dem Zittern der Greise bestehen. Verf. fußt hier z. T. auf eigenen Versuchen an Hunden und Katzen. Er zeigt, daß das Augenzittern der Bergleute mit demjenigen der genannten Fälle sehr große Übereinstimmung aufweist, und deckt den großen Einfluß auf, welcher dem Licht ganz allgemein auf die quergestreifte Muskulatur zukommt.

Im 3. Abschnitt werden die Theorien des Augenzitterns kritisch beleuchtet und eine eigene Definition aufgestellt. Von den bisherigen Theorien (Beleuchtungstheorie, Theorie der Reidschen Äquilibrationstörung, Ruttens Gegenrollungstheorie, labyrinthäre Theorie) wird namentlich die letztere an der Hand des vorhandenen Tatsachenmaterials einer eingehenden Prüfung unterzogen. Aus seinen eigenen Beobachtungen folgert der Verf., daß das Augenzittern der Bergleute eine reflexartige Erscheinung darstellt, von der 2 Innervationen zu unterscheiden sind, eine erregende, die vom Labyrinth herrührt, und eine hemmende, die vom Großhirn stammt. Beide treffen später in den Ganglienzellen des peripherischen motorischen Neurons, d. h. in den Augenmuskelnkernen zusammen, von denen letzten Endes die motorische Entladung des Augenzitterns ausgeht. Der Verf. definiert demnach das Augenzittern der Bergleute als eine durch Lichtmangel und andere am Labyrinth angreifende Berufsschädlichkeiten entstehende Störung des Labyrinthtonus einzelner

Muskeln bzw. Muskelgruppen, deren Wesen in zu kräftigen und zu seltenen Innervationsreizen besteht.

Der letzte Abschnitt behandelt die praktischen Gesichtspunkte des Augenzitterns. Die Erkennung des Augenzitterns, der Verlauf der Erkrankung in den einzelnen Phasen, die Klagen und Beschwerden der von Augenzittern betroffenen Bergleute, die Arbeitsfähigkeit und der Umfang der Erwerbschädigung, schließlich die Behandlung und Verhütung des Augenzitterns werden an der Hand der früheren Erfahrungen und Vorschläge sowie der eigenen Beobachtungen sorgfältig geschildert, und mit Rücksicht auf die Hauptschädigung, welche bei der Entstehung des Augenzitterns in Frage kommt, die günstigen Aussichten bei Verbesserung der Grubenbeleuchtung betont.

Die Monographie Ohms stellt eine sehr wertvolle Bereicherung unseres Wissens über die bisher wenig erforschte Berufskrankheit der Bergleute dar. Wenn sie auch nicht in allen Punkten völlige Klarheit geschaffen hat, so hat sie doch durch die sorgfältige Behandlung und das intensive Eindringen in den Stoff, insbesondere durch die umfangreichen eigenen Untersuchungen das zurzeit noch etwas dunkle Gebiet des Augenzitterns bei Bergleuten sehr wesentlich aufgeklärt. Die Ohmsche Arbeit bildet für jeden, der sich über diese Materie orientieren will, ein unentbehrliches Hilfsmittel.

G. Levinsohn, Berlin.

Bleuler, E., Lehrbuch der Psychiatrie. Berlin, Julius Springer, 1916. VIII, 518 S. und 49 Figuren. Preis geh. M. 12,—, geb. M. 13,80.

Bleuler ist als ausgezeichnete Kliniker bekannt. In der zeitgenössischen Psychiatrie, in der klinische Beobachtungskunst so selten ist, fällt er auf durch eine originale Fähigkeit psychopathologischen Sehens. Von seiner psychologischen Einstellung aus hat er dem Freudianismus in der Psychiatrie zur Geltung zu verhelfen versucht. Wenn ein solcher Autor ein neues Lehrbuch der Psychiatrie schreibt, darf man gespannt sein. Denn zusammenfassende Lehrbücher bedeuten in der Psychiatrie etwas ganz anderes als in den übrigen medizinischen Wissenschaften. Allgemein anerkannt, objektiv demonstrierbar, in lernbarer und von vielen tatsächlich gelernter Methode zu fördern, ist nur die neurologische und hirnpathologische Seite der Psychiatrie. Das eigentlich Psychiatrie selbst ist überall bestritten. Nimmt man zusammen, was alles von der Kritik bezweifelt oder ganz negiert ist, so dürfte kaum ein erheblicher Rest psychiatrischen Wissens übrig bleiben. Jedenfalls ließe sich daraus kein Lehrbuch machen. Es gibt ferner bei den Psychiatern kein allgemeines Niveau psychiatrischer Bildung, keine verbreitete und sicher lernbare psychiatrische Methode des Forschens und Untersuchens, des Beschreibens, des Denkens und des Demonstrierens. Wer ein psychiatrisches Lehrbuch schreiben will, ist in allem Wesentlichen auf sich selbst angewiesen, sofern er nicht ein Vieles geläufiger Redensarten, verbreiteter Einzelauffassungen, gebräuchlicher begrifflicher Schemata bloß chaotisch mit inneren Widersprüchen nebeneinanderstellen mag. Er bedarf einer eigenen Gesamtanschauung.

Solche Gesamtanschauung ist in der Psychiatrie auf das schwierigste zu gewinnen. Die Psychiatrie hat es mit dem Menschen als einem Ganzen zu tun und sie braucht für die Auffassung der Menschen die Begriffsbildung eigentlich auch der gesamten Geistes-

wissenschaften. Sie will im Grunde an dem begrenzten Material seelisch Kranker erkennend dasselbe leisten, was die Geisteswissenschaften dem Menschen überhaupt gegenüber leisten, wie er in dem Riesematerial jahrtausendalter Geschichte gesehen werden kann. Mit dem daraus sich ergebenden Maßstab gemessen ist alle psychiatrische Begriffsbildung bis heute dilettantisch, zufällig, naiv. Gerade darum besteht immer das Bedürfnis nach einer Totalanschauung der Welt, die hier zu erforschen ist, nach einem Rahmen, dem sich das unendliche Einzelne der psychiatrischen Beobachtung einordnen kann.

Charakterisieren wir von diesem Gesichtspunkt aus das Bleulersche Buch: Es gehört zu denen, welchen die begriffliche und denkmethologische Abhängigkeit von den Geisteswissenschaften nicht bewußt ist. Daraus entspringt die eigentümliche Selbstverständlichkeit, mit der so ganz nebenbei über „Erkenntnistheoretisches“ gesprochen wird, mit der „die bisherige Psychologie“ geradezu als ein Hindernis der Erkenntnis abgelehnt wird, mit der freundlich anerkannt wird: „Die Geschichte fängt endlich an, psychologisch und damit zur verstehenden Wissenschaft zu werden“. Gewiß hat Bleuler zu einem guten Teil Recht, zu sagen: „Zurzeit führt einer der wichtigsten, wenn nicht der wichtigste Weg zur Erkenntnis der menschlichen Seele über die Psychiatrie“, aber der Weg über die Geschichte ist noch viel ergiebiger, und die ihn gegangen sind, stehen in ihren besten Repräsentanten wissenschaftlich unendlich hoch über allem, was je zur Psychiatrie geschrieben worden ist. Das Bleulersche Buch gehört ferner zu denen, die nicht eine klare Konstruktion des Ganzen der bisherigen Begriffsbildung, einen Bau, der wohlgeordnet ist, erstreben, sondern die bloß nebeneinanderstellen, beschreiben, aufzählen. Daraus entspringt die Peinlichkeit der Lektüre für den Anfänger, der auf diese Masse von Bemerkungen und Tatsachen, Behauptungen und Erwägungen, wie mir scheint, reagieren muß mit dem Gefühl: das ist nicht gehauen und nicht gestochen, das ist unklar und unübersichtlich. Darin unterscheiden sich aber alle psychiatrischen Lehrbücher nur gradweise, weswegen sie alle bei denkenden Köpfen in geringem Ansehen stehen, und Bleuler leistet nicht schlechter als andere, was er sich zur Aufgabe setzte: „Das Buch soll das dem Mediziner für die Praxis notwendige Wissen vermitteln helfen.“

Dieser negativen Charakteristik kann man aber gerade bei dem Bleulerschen Buche eine positive entgegenstellen. Wenn ihm die gedankliche Schärfe und Konstruktion fehlt, so hat er auch hier seinen klugen Blick für psychiatrische Dinge in vielen einzelnen Bemerkungen erwiesen. Bleuler hat eine Gesamtanschauung, aber er hat sie zum großen Teil im Instinkt; sie ist erkennbar nur im Einzelnen. Dafür ließen sich sehr viele Beispiele anführen, etwa: wenn er an dem Falle des Schulfädchens, das dem anderen eine Spärbüchse einrichtet, eine Reihe psychologischer Zusammenhänge klarmacht (S. 17/18), wenn er über Zusammenbestehen von Wortreichtum und Begriffsarmut ebenso wie von Wortarmut und Begriffsreichtum spricht, wenn er feststellt: „Die Intelligenzprüfung bleibt trotz aller Vorschriften ebensoviel eine Probe auf die Intelligenz des Arztes wie auf die des Patienten“ oder: „Die jetzige medizinische Erziehung hindert die psychologische Erkenntnis nicht bloß deswegen, weil sie sie ignoriert, sondern noch viel mehr, weil sie sie anders gerichtete Assoziationen stiftet und dadurch das psychologische Denken ge-

radezu hemmt.“ Am meisten originale Beobachtungen hat *Bleuler* an der Schizophrenie gemacht (wie er zweckmäßig die *Dementia praecox* umgetauft hat). Wie das früher erschienene Buch dieses Autors über diese Krankheit eine der allerbesten Klinikerleistungen der letzten Dezennien ist, so ist auch wohl das Kapitel über sie in diesem Lehrbuch eine der besten Partien.

Das Werk umfaßt das Gesamtgebiet der Psychiatrie. Die ersten 160 Seiten enthalten eine psychologische Einleitung, eine allgemeine Psychopathologie und eine Reihe allgemeiner Erörterungen über Differentialdiagnosen u. dergl. Dann folgt auf ca. 300 Seiten eine Darstellung der einzelnen Geisteskrankheiten. Den Abschluß bilden ca. 50 Seiten über gerichtliche Psychiatrie.

Die Darstellung der einzelnen Geisteskrankheiten enttäuscht, weil sie in einem völligen Anschluß an *Kraepelin* erfolgt. Das hat *Bleuler* bewußt getan. Er hält den von *Kraepelin* gewonnenen Standpunkt für ganz befriedigend. Von ihm aus lasse sich beständig neuer Boden erobern. *Bleuler* folgt darum absichtlich in allem Wesentlichen der Einteilung *Kraepelins*, die so ziemlich in der ganzen Welt verstanden werde. Sogar wenn er bei den präsenilen Psychosen eigentlich eine andere Gruppierung für richtiger hält, bleibt er bei *Kraepelin* mit den Worten: „Ich mag aber *Kraepelins* Schema nicht auseinanderreißen.“ *Kraepelin* wird auch im übrigen ungewöhnlich viel zitiert — während die übrigen Literaturangaben vielfach einen zufälligen und wahllosen Eindruck machen. In früheren Schriften *Bleulers* spielte manchmal eine entscheidende Rolle *Freud*, der jetzt ganz erheblich zurückgetreten ist.

Bleulers Werk ist, wie alle Schriften dieses Autors, ein Ausdruck starken psychologischen, im eigentlichen Sinne psychiatrischen Interesses. Aber dieses Mal scheint dem Referenten *Bleulers* Kraft gelitten zu haben durch Anpassung an das Gebräuchliche, wie es heute unter *Kraepelins* Namen geht. So ist das Buch nicht einheitlich, wird aber vielleicht gerade dadurch seinem Zwecke, ein orientierendes Lehrbuch für viele zu sein, gerecht.

Karl Jaspers, Heidelberg.

Henning, Hans, Der Geruch. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1916. VIII, 533 S. Preis geh. M. 15,—, geb. M. 17,—.

Der Zustand, in dem sich die Lehre vom Geruchssinn vor dem Erscheinen dieses vortrefflichen Buches befand, war höchst unbefriedigend. Wir waren nicht in der Lage, die Grundqualitäten des Geruches anzugeben, mußten nach *Zwaardemaker* annehmen, daß wir es im Bereich des Geruchssinnes mit einer Anzahl nicht nur qualitativ, sondern modal verschiedener Sinnesempfindungen, also mit einer Vielheit von Sinnesorganen zu tun hätten, und stießen in bezug auf die allgemeinen Fragen der Sinnesphysiologie beim Geruchssinn auf anscheinende Ausnahmen von Gesetzmäßigkeiten, die sonst bei allen anderen Sinnen zuträfen. Die großen Untersuchungen *Hennings* haben diesem Zustande ein Ende gemacht und uns mit einem Werk beschenkt, in dem alle allgemein wichtigen Fragen der Lehre vom Geruch in einer Weise behandelt werden, die den Anforderungen voll entspricht, die man an eine moderne Bearbeitung sinnesphysiologischer Fragen stellen muß. Es ließe sich darüber streiten, ob das Buch mehr in die Physiologie oder in die Psychologie gehört, jedenfalls wird keins dieser

beiden Fächer darauf verzichten können, es als eine wertvolle Bereicherung seiner Literatur anzusehen.

Ein große Anzahl von Schwierigkeiten waren zu überwinden, bis der Grad von Klarheit der Einsicht erreicht war, den der Verfasser gewonnen hat. Sie beginnen schon bei der sprachlichen Verständigung mit den Versuchspersonen: „Kein zweites Gebiet der Psychologie leidet so unter sprachlichen Unvollkommenheiten, wie der Geruch.“ Sie steigern sich dadurch, daß die meisten Menschen Gerüche nur als *Gegenstandsgerüche* kennen, als Duft einer bestimmten Blume, eines Zimmers, eines Menschen, d. h. nur in Form eines sehr zusammengesetzten Erlebnisses, während es zum Zwecke des Eindringens in die Gliederung der Geruchsempfindungen nötig ist, von dem reinen *Gegebenheitsgeruch* auszugehen, wie man ihn in unwissentlichen Versuchen bei geschlossenen Augen erlebt.

An dem Geruchserlebnis können außer dem Zustande des Geruchsorgans noch die Erregungszustände einer ganzen Anzahl anderer Sinnesorgane beteiligt sein. Wir haben eine Temperaturkomponente, eine Druckkomponente, eine Stichkomponente und eine Geschmackskomponente zu unterscheiden. Von ihnen allen müssen wir absehen, wenn wir rein die Tätigkeit des Geruchssinnes erforschen wollen. Die große Rolle, die die *Aufmerksamkeit* bei der Auffassung von Geruchseindrücken spielt, die scheinbare Änderung der Qualität einer Geruchsempfindung, die durch Änderung des Gefühlstons hervorgerufen werden kann, läßt einen Psychologen, der gewohnt ist, gerade diese Komponenten bzw. Bedingungen eines sinnlichen Erlebnisses grundsätzlich zu berücksichtigen, besonders geeignet zur Erforschung des Geruchssinnes erscheinen. Aber mit psychologischer Vorbildung allein ist es nicht getan: die physikalischen und physiologischen Bedingungen der Reizung des Geruchsorgans bedürfen einer kritischen Betrachtung, bei der nur gründliche physikalische Kenntnisse davor bewahren können, Beobachtungen auf die Eigenart des Sinnesorgans zu beziehen, die nur in den physikalischen Bedingungen der Reizung ihre sachgemäße Erklärung findet. Auch in dieser Hinsicht hat *Henning* viel kritische Arbeit zu leisten gehabt, bevor er aufbauend Neues und Besseres an die Stelle des Alten setzen konnte. Auf die Einzelheiten der Ergebnisse einzugehen, ist im Rahmen dieser Besprechung unmöglich. Über einige besonders wichtige Resultate: die Komponenten-gliederung des Geruchs nach den sechs Grundempfindungen würzig, blumig, fruchtig, harzig, faulig, brenzlich und die chemische Grundlage dieser Gliederung, hat der Verfasser in dieser Zeitschrift selbst berichtet.

Hier sei nur erwähnt, daß zwei Ausnahmen von sonst allgemein gültigen Anschauungen in bezug auf die Leistung von Sinnesorganen, die im Bereich des Geruchssinnes vorkommen sollten, von *Henning* nicht bestätigt werden. Weder die ungemein schnelle Ermüdbarkeit des Geruchsorgans, die bisher allgemein behauptet wurde und die auf anderen Sinnesgebieten kein Gegenstück hat, konnte festgestellt werden, noch konnte ein Fall beobachtet werden, bei dem einem stärkeren Reiz eine schwächere Empfindung entsprach, wie dies in der Physiologie des Geruches bisher behauptet wurde, im Gegensatz zu den Erfahrungen auf allen anderen Sinnesgebieten.

Höchst bemerkenswert sind auch die Angaben über die geringsten Stoffmengen, die mit Hilfe des Geruchssinnes noch wahrgenommen werden können, sie sind

im allgemeinen noch erheblich geringer als die Mengen, die bisher angegeben wurden. Damit eine merkliche Geruchsempfindung zustande kommt, genügt z. B. die Anwesenheit von 0,1 milliontel Milligramm Schwefelwasserstoff oder 0,05 milliontel Milligramm α -Ionen in einem Liter Luft. „Eine scharfe Nase bemerkt die Anwesenheit eines ausgiebigen Riechstoffes 100 000-mal früher, als sie sich spektralanalytisch und chemisch nachweisen läßt. Daß der Geruchssinn unser empfindlichster Sinn ist, steht darnach ganz außer Frage.“

Eine gründliche Darstellung der vergleichenden Physiologie des Geruchssinnes, die der Verfasser im 27. Kapitel gibt, bringt auch in dieses Gebiet viele neue Gesichtspunkte.

Die im Anhang mitgeteilten Abhandlungen über künstliche Geruchsfährten und Reaktionsstruktur der Ameisen und über die Qualitätsreihe des Geschmacks sind wertvolle Leistungen von selbständiger Bedeutung.

Der Referent möchte zum Schluß bemerken, daß ihm seit langer Zeit kein Buch in der physiologischen Literatur begegnet ist, das ihm soviel Belehrung und Anregung geboten hätte wie diese grundlegende Darstellung eines wichtigen, bisher stark vernachlässigten, Teils der Lehre von den Sinnen des Menschen und der Tiere.

A. Pütter, Bonn.

Adloff, P., Die Entwicklung des Zahnsystems der Säugetiere und des Menschen. Eine Kritik der Dimertheorie von Bolk. Berlin, H. Meuser, 1916. VIII, 110 S., 83 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Preis M. 5.—

Jedenfalls gibt der Untertitel die exakteste Vorstellung von dem Inhalte dieses neuen Buches des verdienstvollen und unermüdlichen Forschers, denn durch die ganze Arbeit zieht sich eine Darstellung und Kritik der Bolkschen Dimertheorie. Da der Verfasser aber diese Theorie auch zum Ausgangspunkt für weitere Ausblicke auf die Morphologie des Säugetiergebisses überhaupt nimmt und außerdem auch andere neuere Arbeiten auf dem fraglichen Gebiete, wie z. B. diejenigen von Ahrens und Aichel berücksichtigt, so darf auch dem Haupttitel eine gewisse Berechtigung nicht abgesprochen werden. Da ich schon im Heft 41, III. Jahrgang, 1915, S. 526—530 dieser Zeitschrift ein Referat und eine Besprechung der Theorie Bolks gegeben habe, kann ich mich hier — unter Hinweisung auf diesen Aufsatz — darauf beschränken, hauptsächlich einige der von Adloff angegriffenen Punkte zu berücksichtigen.

Ogleich Adloff selbst überzeugter Anhänger der Konkreszenztheorie ist, führt er gewichtige Bedenken gegen diejenige Form derselben an, welche Bolk vertritt. Mit Recht betont er, daß die von Bolk als laterale Schmelzleiste angesprochene Bildung mit der prälakteen Dentition früherer Autoren identisch ist. Die Existenz der letzteren wird von Bolk geleugnet, und zwar, wie Adloff bemerkt, in der irrigen Annahme, daß dieselbe als Säugetierdentition gedacht ist, die die Säugetiere als solche noch besessen und im weiteren Verlaufe der Stammesgeschichte verloren haben, eine Meinung, die wohl niemand vertreten hat. An einer Reihe von Querschnittbildern und an Wachsrekonstruktionen legt Adloff die Ausbildung der prälakteen Schmelzorgane bei verschiedenen Säugern dar, woraus u. a. hervorgeht, daß die Schilderung, welche Bolk auf Grund seiner Befunde am Primatengebisse von der lateralen Schmelzleiste gibt, nicht ganz richtig ist. Ferner liefert Adloff den bedeutungsvollen Nachweis, daß prälakteele Reste auch allein, ohne Zusammen-

hang mit einer Milchzahnanlage auftreten können. Außer Bolk hat sich neuerdings auch Ahrens gegen das Vorkommen einer prälakteen Dentition ausgesprochen; er deutet die als solche beschriebenen Erscheinungen als Faltenbildungen der Schmelzleiste bzw. des Schmelzorgans, die auf mechanischen Ursachen beruhen. Daß in einzelnen Fällen manches als prälakteele Dentition beschrieben worden, was diesen Titel nicht verdient, kann wohl nicht bestritten werden; ganz verfehlt aber ist es, den vorliegenden positiven Befunden gegenüber die Wirklichkeit einer solchen Dentition überhaupt in Abrede stellen zu wollen.

Im Schlußkapitel seines Buches kommt Adloff noch einmal auf die prälakteen Reste zu sprechen, und zwar im Zusammenhang mit überzähligen Bildungen an den menschlichen Molaren. Es handelt sich um überzählige Höcker, welche an dem vorderen und labialen Teile der M2 und M3 beim Menschen nicht selten auftreten, sowie um überzählige Einzelzähnen, welche labialwärts von der Molarenreihe oft (in Winkel zwischen den Zähnen) vorkommen können. Adloff hat nun die Hypothese aufgestellt, daß es sich „um eine Teilung, gewissermaßen um einen Zerfall in die die Molaren einst zusammensetzenden Komponenten handelte, ein Zerfall allerdings nicht infolge von Überproduktion, wie Bolk meint, sondern infolge der einsetzenden Reduktion“. Diese Komponenten, welche in die Bildung der Molaren eingehen, sind nach Adloff prälakteele, erste und zweite Dentition; die prälakteen Reste setzt er in Parallele zu den überzähligen Höckern und Zähnen in der Molarengegend — eine Hypothese, die mir von dem Konkreszenzstandpunkte des Verfassers aus berechtigt erscheint. Unklar ist mir dagegen das Motiv für die Einschränkung, welche in Adloffs späterem Ausspruch liegt, daß er sich absichtlich wohl dafür gehütet hat, die überzähligen Elemente „einer bestimmten Dentition zuzuweisen“. Eine Erklärung liegt wohl in dem Bekenntnis, daß Adloff und „wohl alle Anhänger der Konkreszenztheorie die Konkreszenz nie in dem buchstäblichen Sinne aufgefaßt haben, wie Bolk es noch heute tut“. Adloff betont außerdem, „daß der heutige Säugetierzahn oder einzelne Teile desselben nicht mehr mit einzelnen Reptilienzähnen homologisiert werden dürfen, da im Laufe der phylogenetischen Entwicklung die den Zahn ursprünglich zusammensetzenden Einzelzähne so ineinander aufgegangen sind und auch in jedem Zahn soviel Material enthalten ist, welches derselbe gewissermaßen aus sich selbst heraus geschaffen hat, daß eine Identifizierung der einzelnen Höcker mit Reptilienzähnen absolut ausgeschlossen ist“. Und dann ferner: „Für die Entstehung der Form hat die Konkreszenz in der Tat wohl nur eine beschränkte Bedeutung gehabt, um so mehr für die Herausbildung des Säugetiergebisses im ganzen, sie hat erst die Grundlage geschaffen, auf der die weitere Differenzierung erfolgen konnte.“ Wenn aber Adloff zugibt, daß die jetzigen Größen- und Formverhältnisse des Säugetierzahnes nichts mit der einstigen Verschmelzung zu tun haben, sondern durch Differenzierung entstanden sind, so ergeben sich aus dieser Einräumung neue Fragen, auf welche er die Antwort schuldig bleiben dürfte; so vor allem: wo sind die ursprünglichen Säugetierzähne, die lediglich der Konkreszenz ihre Form und Größe zu verdanken haben?

In einem besonderen Kapitel bespricht der Verf. mit Hilfe eines reichen Materials die Morphogenie

der Primatenzähne und nimmt auch hier kritisch prüfend Stellung zu den Ausführungen *Bolks*.

Auch *Bolks* Hypothese betreffs der Entstehung des Gebisses der Altweltaffen und des Menschen aus demjenigen der Affen der Neuen Welt wird unter Herbeiziehung neuen Materials eingehend besprochen und zurückgewiesen.

Die ontogenetischen Befunde, die *Bolk* als Beweise für seine Dimertheorie anführt, das Schmelzseptum, der Schmelznabel und, wie schon erwähnt, die laterale Schmelzleiste haben nach *Adloffs* Darlegung keine Bedeutung für diese Frage. Im übrigen beschränkt sich die Differenz in der Auffassung der Konkreszenz bei *Bolk* (Teil I seiner Odontologischen Forschungen) und *Adloff* vornehmlich darauf, daß ersterer eine Verschmelzung in longitudinaler Richtung überhaupt leugnet, während er eine solche in transversaler Richtung aber nur von zwei Reptilienzähnen annimmt.

Diese Bemerkungen machen selbstverständlich keinen Anspruch darauf, eine genügende, adäquate Vorstellung von dem vorliegenden Buche zu geben. Dasselbe enthält eine Anzahl teilweise sehr wertvoller Beobachtungen aus der Morphologie des Zahnsystems, welche auch nur anzudeuten hier der Raum fehlt; im Auszuge würden dieselben kaum zu ihrem Rechte kommen können.

Wilhelm Leche, Stockholm.

Zuschriften an die Herausgeber.

Über geologische Zeitmessungen.

In einem in dieser Zeitschrift (1916, Heft 48) erschienenen Aufsatz des Wiener Professors *O. Abel* sind die von anderen Forschern und jüngst von mir¹⁾ vertretenen Anschauungen in höchst sonderbarer Weise kritisiert. Es sei mir daher erlaubt, hier meine Anschauungen ebenfalls zur Darstellung zu bringen.

Um geologische Ereignisse zeitlich festzulegen, bedarf der Geologe einer Zeitmessung. Der Grundgedanke ist der, daß eine bestimmte Tierart nur eine beschränkte Lebensdauer²⁾ besitzt. Hinterläßt eine derartige Form in den Erdschichten irgendwelche Spuren seines Daseins, z. B. Hartteile, Schalen usw., von denen mit Sicherheit angegeben werden kann, daß sie zu jener Art gehören, so ist dieses Zeitintervall zunächst theoretisch genau festgelegt. Vorausgesetzt ist dabei natürlich, daß die Art diagnostisch scharf von dem Vorfahr und Nachkommen begrenzt ist, wozu man durch ein genaues Studium in der Lage ist. Dieser Grundgedanke ist so klar und durchsichtig, daß er keines weiteren Beweises bedarf.

Bei den sehr diffizilen Arbeiten, zu denen der Geologe im Laufe der Zeit geschritten ist, ist zu fordern, daß ein so definiertes Zeitintervall möglichst kurz ist und die dasselbe bestimmende Tierart eine möglichst große Verbreitung besitzt, also kurze absolute Lebensdauer bei großer horizontaler Verbreitung. Da die Organismen sich verschiedenen schnell umwandeln, sind die brauchbarsten naturgemäß die, die sich schnell umgewandelt haben. Diese habe ich als (stratigraphisch) virulente Formen den in dieser Beziehung invirulenten gegenüber gestellt. Da bei langsam umwandelnden Formen in der Regel Stammform und neue Form in einem Grenzzeitintervall zusammen vorkommen,

kann als Zeichen einer ausgesprochenen Virulenz gelten, daß Stammform und neue Form nie und nirgends zusammen vorkommen¹⁾. Rein theoretisch ist der Nachweis der stratigraphischen Virulenz infolge der Bedingung „nie und nirgends“ nicht zu erbringen. Praktisch erbracht ist der Beweis der Virulenz dann, wenn die beiden Tierformen an allen bekannten Fundpunkten immer in der geforderten Aufeinanderfolge und nicht zusammen vorkommen.

Bei dem ständigen Wechsel, den das Milieu in der geologischen Vorzeit erfahren hat, sind die von dem Milieu abhängigen Tiere immer wieder gezwungen worden, ihre Wohngebiete zu wechseln. So kann man sagen, daß der Fauneninhalt eines Gesteins eine Funktion der Gesteinsbeschaffenheit ist. Daher wird namentlich dann, wenn der Wechsel der Gesteine und Faunen in der Zeit eine vollständige Veränderung der Lebensbedingungen anzeigt, das Erscheinen und Verschwinden einer Tierart nicht mit dem absoluten Erscheinen und Verschwinden zusammenfallen. Die Erscheinungsweise der betreffenden Art ist also zunächst nur phänobiontisch²⁾, wie man kurz sagen könnte. Um die holobiontische Erscheinungsweise der Art und das durch die Art bestimmte Zeitintervall festzulegen, muß festgestellt werden, aus welcher Stammart die betreffende Art hervorgegangen und in welche Art sie übergegangen ist (Konsequenzprinzip³⁾).

Wenn man das Umwandeln der Organismen, die bei stratigraphisch virulenten Formen ganz periodisch erfolgt, mit den Schwingungen eines Pendels vergleicht, so tritt sofort die gänzliche Haltlosigkeit von *Abels* Einwand hervor, der besagt, weil die Umwandlung der Organismen eine verschieden schnelle ist, ist eine Zoneneinteilung unmöglich. Weil es also mit anderen Worten verschieden schnell schwingende Pendel gibt, soll man zur Zeitmessung keine Pendel benutzen! Während der Astronom und Physiker sein Pendel so zu wählen in der Lage ist, daß die Schwingungsdauer immer mit großer Annäherung die gleiche ist, kann der Biostratigraph von seinem Mittel zur Zeitmessung dasselbe noch nicht behaupten. Durch seine Zonen begrenzt der Biostratigraph, vorläufig wenigstens noch, Zeitintervalle von vielleicht verschiedener Länge, deren zeitliche Aufeinanderfolge aber festgelegt ist. Damit ist der erste Hauptzweck der Biostratigraphie, die zeitliche Aufeinanderfolge der geologischen Ereignisse festzulegen, erreicht⁴⁾.

Diskutabel, das gebe ich ohne weiteres zu, ist mein Standpunkt in der Lehre der Anpassung. Daß er berechtigt ist, zeigt eine Besprechung im Biologischen Centralblatt (1917 Heft 1). *O. Abel* vermengt bekanntlich den Begriff der Anpassung, d. i. die Tatsache, daß die Funktion und der Bau der Organe in Übereinstimmung steht mit dem Milieu, mit dem äußerst diffizilen Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften.

¹⁾ Der von *Abel* in Gänsefüßchen gebrauchte Ausdruck „dem Gefühl nach“ — also dem Gefühl nach die Virulenz erfassen — ist von mir in diesem Zusammenhang nicht gebraucht. Mit oder ohne Absicht bedient sich *O. Abel* dieses Ausdruckes an verkehrter Stelle, um meine Ausführungen verächtlich zu machen!

²⁾ *βίος* als absolute Lebensdauer gefaßt.

³⁾ Vergleiche hierzu die Ausführungen in meinem oben zitierten Buch.

⁴⁾ Der Fehler, der aus dem willkürlichen Wandern einzelner Tiere resultiert, ist besonders auszuschalten. Die Möglichkeit, diesen Fehler auszuschalten, ist bereits durch verschiedene Beispiele (z. B. *Polyptichidä*) erbracht.

¹⁾ *R. Wedekind*, Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie. Verlag von Gebr. Borntraeger, Berlin 1916.

²⁾ Absolute Lebensdauer.

Daraus, daß ein Organ in seinem Bau in ein bestimmtes Milieu hineinpaßt, zieht O. Abel immer wieder den Zirkelschluß, daß dieser Bau vom Milieu provoziert ist.

Göttingen, den 11. März 1917.

Prof. Dr. R. Wedekind.

Kleine Mitteilungen.

Der Erdgeruch und seine Ursache. Namentlich nach einem Regen und besonders auf frisch gepflügtem Lande und frisch umgegrabenen Gartenböden kann man immer einen ganz eigenartigen Geruch wahrnehmen, der unter dem Namen „Erdgeruch“ allgemein bekannt ist. Dieser dem milden Humus eigentümliche Geruch der Acker- und Gartenerde ist jedoch ein wesentlich anderer, als der modrige, schimmelige Geruch von Waldhumus, den man bisweilen gleichfalls als Erdgeruch zu bezeichnen pflegt. Besonders stark entströmt jener eigenartige Geruch dem Boden nach dem Pflügen oder Umgraben im Frühjahr und Herbst, weniger stark im Sommer. Dies dürfte wohl einerseits mit dem meist viel feuchteren Zustande des Bodens in den erstgenannten Jahreszeiten zusammenhängen, andererseits mit dem meist viel geringeren Feuchtigkeitsgehalte der Luft im Sommer.

Nach den älteren Untersuchungen von Berthelot und André führte man den Erdgeruch zunächst auf eine im Boden enthaltene, organische neutrale Verbindung zurück, die man nach dem Pflügen und Graben deutlich riechen kann, sobald sie mit den Wasserdämpfen sich verflüchtigt. Jetzt wissen wir nach den neueren Untersuchungen von Rullmann, daß der allbekannte Erdgeruch zunächst mit der Tätigkeit von Kleinwesen, Bakterien, und zwar mit der Wirkung bestimmter Streptothricen oder Aktinomyzeten in engster Beziehung steht. Vor allem ruft die Streptothrix odorifera in starkem Maße den Erdgeruch hervor. Nach Reinmann und Jensen kann dieser Geruch aber auch von *St. alba* bzw. von *St. chromogena* hervorgerufen werden, sobald diese anderen Streptothrixarten Fette zu spalten Gelegenheit haben. Das Fett selbst wird allmählich in eine schwarze Masse umgewandelt.

Rullmann konnte *St. odorifera* zuerst aus einem Feldboden in Reinzucht gewinnen und fand diesen Pilz (der wie die verschiedensten anderen Streptothrixarten noch zu den eigentlichen Bakterien gerechnet wird) späterhin häufig in den verschiedensten Erdproben, von wo er überall auch in den Dunstkreis gelangt. Übrigens bilden die Streptothrixarten nach unseren bisherigen Kenntnissen eine Art Übergangsform von den Fadenpilzen (Mycelpilzen) zu den echten Bakterien. Auf gewöhnlichen Gallertplatten, die mit Erdproben gegossen werden, scheinen merkwürdigerweise neben Kolonien mit dem erkennbaren Erdgeruche ziemlich häufig auch völlig geruchlose Kolonien zu liegen. Diese letzteren lassen sich jedoch durch wiederholte Übertragung in Erbsenbrei oder Semmelbrei zur Bildung des Erdgeruches und dessen deutlicher Entwicklung bringen, wie es sich bei den weiteren Untersuchungen und Beobachtungen überhaupt zeigte, daß namentlich kohlenhydrathaltige Stoffe gleich den soeben genannten und Kleister, zuckerhaltige Fleischbrühe, ferner aber auch Milch, Harn und mancherlei andere Körper von diesem Pilze unter Bildung des Erdgeruches zersetzt werden. Schon Rullmann suchte den hier vorliegenden, eigenartigen Riechstoff in chemisch reiner Form zu gewinnen, indem

er den Pilz zunächst in 1 % Milchzuckerfleischbrühe massenhaft zu züchten und den Riechstoff im luftleeren Raum bei 25–30 °C mit Wasserdampf auszutreiben suchte. Die zuerst übergegangenen Mengen, die auch am stärksten rochen, wurden gesondert aufgefangen. Der Geruch ist bei der sog. neutralen Reaktion sehr stark. Die mit Äther ausgeschüttelte Flüssigkeit ließ er vor Staub geschützt langsam verdunsten und konnte dabei beobachten, wie sich die Arbeitsräume mit auffallend starkem Erdgeruche erfüllten. Es blieben nur einige wenige, winzig kleine, nadelförmige Kristalle übrig, die nur mit dem Spektroskope untersucht werden konnten und sich als doppelbrechend erwiesen. Erwartet wurde an Stelle der Kristalle eine dickliche, ölige Flüssigkeit. Ein anderer Versuch, bei dem der gewonnene Riechstoff mit Alkohol aufgenommen wurde, lieferte kein wesentlich anderes und besseres Ergebnis. Die einzelnen Zuchten von Streptothrix odorifera sind nach allen bisherigen Beobachtungen sehr widerstandsfähig gegen die verschiedensten chemischen Stoffe, wie z. B. gesättigte Kochsalzlösung, Schwefelsäure (0,1 %), Karbolsäure (0,5 %), salpetersaures Silber (0,1 %), Sublimat (0,1 %). Die Entwicklung konnte durch diese Stoffe in den genannten Mengen nicht im geringsten aufgehoben werden. Übrigens kann man auch aus diesen Angaben schon deutlich erkennen, wie die Zersetzung organischer Stoffe im Ackerboden und in der Erde überhaupt zu einem großen Teile nur unter der Mitwirkung von Kleinwesen aller Art (durch niedrigste pflanzliche und tierische Organismen) erfolgen kann und tatsächlich auch erfolgt. Zur besonderen Erdgeruchsbildung geben allerlei Pflanzenüberbleibsel reichliche Mengen Rohstoffe ab und zwar namentlich durch die in ihnen enthaltenen Kohlenhydratmengen.

Weitere wichtige Untersuchungen und Beobachtungen über das Zustandekommen des Erdgeruches verdanken wir sodann Salzmann. Als er die Entwicklungsbedingungen von Streptothrix odorifera näher zu prüfen suchte, legte er mit Recht ein besonderes Gewicht auf die Verwendung möglichst verschiedenartiger C-Verbindungen als Nährmittel. Seine Versuche ergaben, daß solche organischen Säuren, die neben einer sog. Karboxylgruppe ($-\text{COOH}$) entweder ein vertretbares Wasserstoffatom ($-\text{H}$) oder eine Methylgruppe ($-\text{CH}_3$) bzw. eine Methylen- ($=\text{CH}_2$)-Gruppe oder aber von sauerstoffhaltigen Gruppen solche wie die Gruppe $\text{CH}.\text{OH}$ enthielten, von dem Pilze als C-Quelle nicht benutzt wurden. Sobald jedoch in den von ihm geprüften Säuren eine zweite Karboxylgruppe $\begin{matrix} \text{COOH} \\ \diagup \\ \text{COOH} \end{matrix}$ vorhanden war, trat immer kräftige Entwicklung ein, und zwar besonders dann, wenn neben zwei COOH -Gruppen die schon genannte Gruppe $\text{CH}.\text{OH}$ vorhanden war. Sehr auffällig ist dabei, daß der eigentliche „Erdgeruch“ sich auch erst dann bemerkbar macht, wenn die letztgenannte Bedingung erfüllt ist. Die Entwicklung des Pilzes und die Bildung des Erdgeruches scheinen danach ähnliche Verhältnisse, und damit fast gleiche Bedingungen vorauszusetzen. Salzmann untersuchte weiterhin eingehender die Einwirkung von Kohlenhydraten, um die Verwertung des in ihnen enthaltenen Kohlenstoffes näher zu prüfen. Durch Rullmanns Versuche war schon nachgewiesen, daß mehrere Kohlenhydrate Wachstum und Bildung von Erdgeruch außerordentlich stark begünstigen, und danach erhielt Salzmann mit Traubenzucker, Rohrzucker, Milchzucker, Arabinose, Inulin, Stärke (Amylum) gleichfalls gute Ergebnisse. Besonders gutes Wachstum erhält man

durch Einsaat des Pilzes in Glyzerin, sowohl in neutraler, wie auch in alkalischer und saurer Reaktion. Bei diesen Versuchen war selbst nach vier Monaten noch starker Erdgeruch wahrnehmbar. Ein gleiches Verhalten konnte auch beobachtet werden, wenn der Pilz in verdünnte Humusstoffe, in Harn und Fleischbrühe, eingesät wurde, von denen die beiden letztgenannten Stoffe auch schon von *Rullmann* verwandt wurden. Nach *Salzmans* Untersuchungen über das Verhalten freier und gebundener CO_2 auf die Entwicklung des Pilzes kann die Kohlensäure nicht von ihm verwertet werden. Große Mengen des Pilzes wurden auf die chemische Zusammensetzung des Zellinhaltes hin untersucht. In 100 Teilen Trockenmasse wurden 2,22 Teile Ätherauszug, 7,39 Teile Stickstoff und 9,23 Teile Asche gefunden. Durch Vervielfältigung der gefundenen N-Menge mit 6,25 wurde der Gehalt an Eiweiß auf 46 Teile der Trockenmasse berechnet. Nach *Rullmann* ist zur raschen Erzeugung des Erdgeruches durch Züchten auf festen Nährböden die Zimmerwärme als eine der besten Vorbedingungen anzusehen. Nach Beobachtungen von *Nadson* spielen einzelne Streptothrixpilze gelegentlich auch eine besondere geologische Rolle, insofern auf deren Pilzfäden Eisenoxydablagerungen auftreten. Sehr umfangreiche Untersuchungen über die Entwicklung und Wirkung verschiedener Streptothrixarten in Lösungen und im Boden wurden neuerdings besonders von *F. Münter* angestellt mit Berücksichtigung der mannigfachsten chemischen Verbindungen, vor allem aber auch unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Stickstofffrage, für den Aufbau und Abbau der verschiedensten N-Verbindungen. Diese Kleinwesen spielen bei den mannigfachen Umsetzungen im Boden jedenfalls eine wesentliche Rolle, auf die hier im einzelnen nicht näher eingegangen werden kann. Auffallende Unterschiede treten nach *Münter* hinsichtlich der Form dieser Mikroben auf, je nachdem sie in neutralen, sauren oder alkalischen Nährböden gezüchtet werden. Nach *Münter* sollen übrigens diese Pilze u. a. besonders das Wachstum von Azotobakter, dem wichtigsten freilebenden Stickstoffsammler, auffallend hemmen. Dies ist nach unseren eigenen Beobachtungen indessen keineswegs der Fall, wofern man nur u. a. für eine ausreichend gute Durchlüftung des Nährbodens beim Züchten dieser Kleinwesen Sorge trägt. Vorzüglich geeignet für die Züchtung von Streptothrixpilzen wie auch für Azotobakter sind Moorböden. In solchen kann man beide Arten Kleinwesen sich massenhaft nebeneinander entwickeln sehen. Neben Wurzelüberbleibseln aller Art, wie z. B. von Zuckerrüben (mit ihren reichlichen Zuckermengen und Zitronensäuremengen) sind auch manche Kalkverbindungen für die Entwicklung der Streptothrixpilze sehr wichtig, insbesondere auch für die Bildung von Farbstoffen durch sie. Weniger scheint durch den Kalk selbst die Erdgeruchsbildung beeinflusst zu werden, wenigstens nach deren bisherigen Kenntnissen. Manche Zeitschriften schreiben neuerdings von dem Erdgeruche schon als einem eigenartig lieblichen Geruche. Das ist er jedenfalls bis jetzt noch nicht und er kann jedenfalls nicht mit künstlichem Veilchenduft (Ionon), aus Iriswurzeln gewonnen, verglichen werden, wie es schon geschehen ist. *B. H.*

Der Bericht über die Tätigkeit der K. Anstalt für **Bienenzucht** in Erlangen im Jahre 1916 (*E. Zander*, Landwirtschaftl. Jahrbuch für Bayern 1917) gibt einen Überblick über die wirtschaftlichen Ergebnisse. Die trotz der äußeren Hindernisse erfreulichen Erfolge

wurzeln in den Vorbereitungen der vergangenen Jahre, die nun ihren Abschluß gefunden haben. In der Erkenntnis, daß es notwendig sei, den Imkern praktisch vorzuführen, was eine zeitgemäße und moderne Bienenzucht bisher erreicht hat, wurden musterhafte Einrichtungen geschaffen, die als vorbildlich für neue bienenwirtschaftliche Anlagen bezeichnet werden müssen. Je mehr auf diese Weise die Imkerei in den Vordergrund trat, um so weniger war es angezeigt, sich mit den ungünstigen Trachtverhältnissen, die Erlangen selbst bot, zufrieden zu geben. Daher wurde die weitere Umgebung, die sehr ergiebige, abwechslungsreiche Trachtverhältnisse bietet und besonders in den Heideflächen des Reichswaldes in „des deutschen Reiches Bienengarten“ einen günstigen Honigertrag liefert, mit in das Arbeitsfeld der Anstalt einbezogen. So entwickelte sich im Laufe der letzten Jahre ein ziemlich ausgedehnter Wanderbetrieb. Um nach der Ausnutzung der Tracht die Wandervölker im Bienengarten unterbringen zu können, wurde der Bienengarten durch eine 400 qm große Fläche erweitert. Dreißig „Wandervölker“ bilden das Fundament des Betriebes, die leistungsfähigsten Völker des ganzen Bestandes sind hier vereinigt. Da auf ihre Pflege die größte Sorgfalt verwendet wurde, gelang es sogar, das *Betriebsjahr 1916*, das nach allgemeinem Urteil das *schlechteste Bienenjahr seit Menschengedenken* gewesen sein soll, mit einem vollen Erfolg abzuschließen. Trotzdem nur 59 Tage von den Bienen ausgenutzt werden konnten, wurden doch über 12 Zentner Honig geerntet, von denen aber nur etwas über 6 kg von den Völkern des Bienengartens selbst eingetragen worden waren. Der Rest entfiel auf die Wandervölker, was nicht zum geringsten Teil auf die sorgfältige Auslese der Königinnen zurückzuführen ist. — Auch im Berichtsjahre wurde auf die Königinnenzucht viel Mühe verwendet und ein günstiges Ergebnis erzielt. Trotz der übergroßen Nachfrage konnten aber bei dem großen Eigenbedarf nur ziemlich wenige Königinnen abgegeben werden. Da für die Zukunft mit einer noch größeren Nachfrage gerechnet werden muß, hat die Anstalt bekanntgegeben, daß vom nächsten Jahr ab Gesuche um Überlassung von Königinnen nur Aussicht auf Berücksichtigung haben, wenn sie bis zum 1. April jedes Jahres vorliegen. Doch übernimmt die Anstalt auch dann keine Gewähr für sichere Lieferung. *St.*

Bekanntlich sind gleich den höheren Tieren die Insekten manchen Krankheiten unterworfen und fallen ihnen oft in großen Mengen zum Opfer. Das gilt ebenso von den uns nützlichen Insekten, z. B. der Seidenraupe, wie von den schädlichen, und je nachdem ist natürlich die Folge davon entweder ein beträchtlicher Nachteil oder ein Gewinn. Leider können wir bisher so gut wie nie im ersten Falle die Krankheiten verhüten, im letzteren willkürlich hervorrufen oder wenigstens in ihrem Verlaufe so beeinflussen, daß sie von unseren kleinen Feinden — ich denke hierbei nicht an die plötzlich so berüchtigt gewordenen Parasiten des Menschen, speziell des Soldaten im Felde — recht viele dahinraffen. Eine eigene Gruppe unter diesen Krankheiten bilden die in neuerer Zeit besonders in Österreich und Deutschland genauer untersuchten sogenannten **Polyederkrankheiten** (Gelbsucht, Schlafsucht, Wipfelkrankheit usw.) **der Raupen**. Sie haben ihren Namen davon, daß in den Zellkernen einiger Organe der von ihnen befallenen Tiere riesige Mengen vieleckiger, winziger (nur 1—10 Tausendstel mm großer) Körperchen entstehen. Schon 1893 wies *J. Bolle* in Görz bei

der Seidenraupe nach, daß es sich hier um eine Eiweißsubstanz handelt, und der erst unlängst am Fleckfieber, also indirekt durch einen Parasiten aus der Gruppe der Insekten, elend zugrunde gegangene *S. Prowazek* bestätigte ein Jahrzehnt später in Rovigno diese Befunde nicht nur, sondern faßt geradezu die Körperchen als Kristalloide von Nucleoproteiden auf, spricht sie aber nicht als die Träger des Giftes an, das die Seidenraupe tötet, sondern umgekehrt als eine Art von Reaktion der vom Gifte befallenen Zellen auf dieses (s. *Arch. Protistenkunde* Bd. 10, 1907, S. 359—364). Zu fast den nämlichen Ergebnissen sind nun letzthin (s. *Biol. Bull. Woods Hole* Vol. 30, 1916, p. 367—390) die Amerikaner *R. W. Glaser* und *J. W. Chapman* gekommen, die ihre Forschungen an 13 Raupenarten, darunter Seidenraupe, Nonne, Heerwurm, Schwammspinner usw., anstellten und unter anderem ermittelten, daß die Polyeder-Epidemien 30—70 % einiger der schädlichsten Insekten vernichten können. Aus je 100 bis 200 toten Raupen des Schwammspinners (gipsy moth) gewannen sie 2—3 g reiner, trockner Polyeder, also Material genug auch zu chemischer Prüfung, und kamen so einen Schritt weiter als ihre Vorgänger: sie fanden in den Körperchen Eisen und Phosphor, erhielten auch nach Lösung der Polyeder in verdünnten Alkalien bei vorsichtigem Verfahren Proteinkristalle, die den ursprünglichen Polyedern ähnlich sahen. Ferner gelang es ihnen, gesunde Raupen des Schwammspinners mit dem Saft kranker zu infizieren, aus dem die Polyeder durch ein Berkefeldsches Filter entfernt worden waren. Das Gift selbst bleibt allerdings nach wie vor unbekannt. Offenbar greift es irgendwie die Zellkerne an und läßt aus ihnen ganz kleine runde Körperchen entstehen, die erst später beim Wachstum durch gegenseitigen Druck vieleckig werden. *M.*

Von einigen Ergebnissen seiner **Reise auf Ceylon** im Winter 1913/14 berichtet der Jenaer Zoologe *L. Plate* in der *Jena. Zeit. Naturw.* Bd. 54, 1916 S. 1—42. Es sind teils kurze, teils ausführlichere Angaben über: 1. das Riff bei der Stadt Galle (6° N. 80° O.), das meist aus toten Korallen besteht, und seine Tierwelt; 2. die wahrscheinliche Taubheit zweier der dortigen Fische und den Farbenwechsel des einen von ihnen; 3. die Lebensweise des Labyrinthfisches *Anabas scandens*, der zwar auf dem Lande durch Schwanzschläge nahezu so rasch vorwärts kommt wie ein langsamer Fußgänger, aber seinem Namen zum Trotz wohl kaum klettern kann; 4. Schutzfärbung bei einem Ringelwurm und einer Krabbe, die beide auf einer braunschwarzen Seegurke hausen; 5. die für ihren Träger gewiß nutzlosen Reste der Hinterbeine der Riesenschlange *Python molurus*; 6. den der Eidechse *Calotes* nicht schmackhaften Schmetterling *Papilio hector*, der in *Plates* Versuchen allermeist am Leben blieb, indes die mit ihm zugleich dargebotenen anderen Arten gefressen wurden; 7. das rhythmische Leuchten des Käfers *Luciola sinensis*; 8. den heiligen Gummibaum (*Ficus religiosa*) in der alten Buddhistadt Anuradhapura, von dem die dortigen Priester erzählen — und die zahlreichen Besucher glauben es —, er sei über 2000 Jahre alt. *Plate* macht es jedoch wahrscheinlich, daß die beiden als so ehrwürdig gepriesenen Äste, die aus gemeinsamer Wurzel sprossen, bestenfalls nur als Nachwuchs des ursprünglichen Baumes gelten dürfen, nicht als dieser selbst. Endlich 9. und 10. über einige

Geradflügler, von denen hier gleich Näheres mitzuteilen ist, das auch den zoologisch nicht vorgebildeten Leser interessieren dürfte: es handelt sich um die Stabschrecken (Phasmiden) und das Wandelnde Blatt (*Phyllium pulchrifolium*). Allgemein bekannt ist es, daß gleich manchen anderen Tieren sich viele Insekten tot stellen können. Über diese Erscheinung, die schon oft untersucht worden ist, hat *E. Mangold* eine eigene Schrift (Hypnose und Katalepsie bei Tieren, Jena 1914) verfaßt, und speziell an der Stabschrecke *Dirippus* ist sie in Petersburg von *P. Schmidt* näher studiert worden (s. *Biol. Centralbl.* Bd. 33, 1913, S. 193 bis 207). Nach ihm kann sie aus inneren Gründen, von denen man bis jetzt nichts Genaueres weiß, eintreten, aber die Vorbedingungen dazu sind vollständige Ruhe und Fehlen jeglicher äußeren Störung. In dieser kataleptischen Starre lassen die Tiere so ziemlich alles mit sich anfangen: man darf sie auf den Kopf stellen, ihnen allmählich die Fühler, Vorderbeine und sogar den Hinterleib abschneiden, ohne daß sie wieder lebhaft werden, usw. Offenbar soll die Starre den Körper seiner Unterlage, d. h. dem Zweige der Pflanze, worauf das Tier lebt, noch ähnlicher machen, als er es schon durch Form und Farbe ist. *Plate* nun bestätigt diese Angaben im wesentlichen an 4 Arten von Stabschrecken, die sich fast immer durch Legen auf den Rücken und sanften Druck auf die Haut da, wo sie den Bauchnervenstrang bedeckt, kataleptisch machen ließen; bei den Phylliden gelang ihm das sogar an den eben aus dem Ei geschlüpften kleinen Larven. Auch sonst benutzte er seine Tage auf Ceylon viel zu Beobachtungen an den Phylliden. Nach ihm sind sie ihrer Umgebung — dem Laub der Kakaobäume — so wunderbar ähnlich, daß man sie trotz ihrer Größe nur äußerst schwer darin auffindet. Die alten Tiere sind in der Regel grün, die zarten Larven noch braunrot; demgemäß suchen diese recht rasch auf die Zweigspitzen mit den jungen, ebenso gefärbten Blättern zu gelangen, jene dagegen hausen weiter unten zwischen den grünen Blättern; mitunter wird aber die Färbung der Larve beibehalten, und dann sieht das Insekt wie ein welkes Blatt aus. *Plate* läßt mehrere dortige Entomologen behaupten, die Ähnlichkeit gehe so weit, daß die Tiere sich gegenseitig für Blätter halten und benagen, hat das jedoch nicht selber beobachtet. Immerhin ergibt sich aus seinen Versuchen, daß sie und die Phasmiden von den Eidechsen nicht wahrgenommen werden, so lange sie unbeweglich bleiben, selbst in der nächsten Nähe nicht, sonst aber ergriffen und angefressen werden. Der Schutz ist also nicht ganz zuverlässig, und die Fähigkeit der Katalepsie hierbei vielleicht wichtiger als die äußere Ähnlichkeit mit Pflanzenteilen. — Bei den weiblichen Phylliden sind die sehr großen Vorderflügel zum Fliegen ungeeignet, und die Hinterflügel zu ganz unbeweglichen, nur etwa 4 mm langen Resten geworden. Ihnen widmet *Plate* eine besondere Arbeit (ebenda S. 43—66). Er hält sie nach ihrem feineren Bau für überflüssige, dem Tiere völlig unnütze Anhängsel, wie etwa beim Menschen die Ohrmuscheln, bei den Walen die Beckenknochen, usw. Ihre Rückbildung möchte er in ursächlichen Zusammenhang mit der Umgestaltung der Vorderflügel im Dienste der Mimicry bringen; sie werde nur auf Grund des Lamarckismus (durch Annahme der Vererbung somatischer Veränderungen) verständlich, während der Neodarwinismus hierbei versage. *M.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

U.S. Department of Agriculture
RECEIVED
NOV 3 1917

Heft 19.

11. Mai 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Entwicklung des menschlichen Herzens während der Kindheit bis zum erwachsenen Zustande und über individuelle und Rassenunterschiede. Von *Prof. Dr. P. Schiefferdecker, Bonn.* S. 309.

Besprechungen:

Meyer, Hans, Die Bärundi. Von *Hans Zache, Hamburg.* S. 316.

Froelich, Heinrich, Der Strahlungsdruck als kosmisches Prinzip, Kosmologie und Kosmogonie. Von *Erwin Freundlich, Berlin-Neubabelsberg.* S. 317.

Asher, L., Praktische Uebungen in der Physiologie. Von *A. von Tschermak, Prag.* S. 317.

Hallenberger, Die Framboesia tropica in Kamerun. Von *Carl Bruck, Altona.* S. 317.

Sharp, L. T., Grundlegende Beziehungen zwischen gewissen löslichen Salzen und Bodenkolloiden. Von *Paul Ehrenberg, Göttingen.* S. 317.

Führer durch das Schaumuseum des Königl. Botanischen Museums in Berlin-Dahlem. Von *F. Moewes, Berlin.* S. 318.

Fritz, M., Geschichte des Tier- und Pflanzenreiches. Von *Th. Arldt, Radeberg.* S. 319.

Kammerer, Paul, Naturforscherreisen zu den Felseneilanden Dalmatiens. Von *Thilo Krumbach, Rovigno.* S. 319.

Osborn, The care of Home Aquaria. Von *Thilo Krumbach, Rovigno.* S. 319.

Deutsche ornithologische Gesellschaft: Berichte über die Sitzungen im ersten Vierteljahr 1917. S. 319.

Physikalische und technische Mitteilungen:

Direkte optische Messung der Strömungsgeschwindigkeit. Leitfähigkeit der Luft und des Glimmers für Elektrizität. Beziehungen zwischen der mechanischen Härtung und der Ausdehnbarkeit des Invars. Oxydation der Steinkohlen. Salpetersatz für Glasschmelzen. S. 321–323.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Physikalische Zeitschrift, 1917, H. 5. u. 6. S. 323.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 30. März 1917. S. 324.

Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1917, H. 3. S. 324.

Meteorologische Zeitschrift, 1917, H. 2. S. 324.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Praktische Uebungen in der Physiologie

Eine Anleitung für Studierende

Von

Dr. L. Asher

ord. Professor der Physiologie, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Bern

Mit 21 Textfiguren

Preis M. 6.—, in Leinwand gebunden M. 6.80

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 21.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich	6	12	24	52 maliger Wiederholung
	10	20	40	40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Die Nerven des Herzens. Ihre Anatomie und Physiologie. Von Professor Dr. **E. von Cyon**. Übersetzt von H. L. Heusner. Neue, vom Verfasser umgearbeitete und vervollständigte Ausgabe mit einer Vorrede für Kliniker und Ärzte. Mit 47 Textfiguren. 1907. Preis M. 9.—

Die Registrierung des Herzschalles. Graphische Studien von Dr. **Heinrich Gerhartz**, Assistent der Kgl. Universitäts-Poliklinik für innere Krankheiten zu Berlin. Mit 195 Textfiguren. 1911. Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 9.—

Die Untersuchung des Pulses und ihre Ergebnisse in gesunden und kranken Zuständen. Von Dr. **M. von Frey**, Professor der Physiologie und Vorstand des Physiologischen Instituts an der Universität Würzburg. Mit zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten. 1892. In Leinwand gebunden Preis M. 7.—

Das Reizleitungssystem im Herzen. Von Professor Dr. **Franz Külbs**, Privatdozent, Assistenzarzt der I. medizinischen Klinik der Charité zu Berlin. Mit 12 Textabbildungen. 1913. Preis M. 2.—

Erfahrungen über Diagnostik und Klinik der Herzklappenfehler. Von Professor Dr. **S. E. Henschen**, ehem. Direktor der medizinischen Universitätsklinik in Upsala und der medizinischen Klinik in Stockholm. Mit 271 Kurven. 1916. Preis M. 14; in Leinwand gebunden M. 15,60

Physikalische Behandlung der chronischen Herzkrankheiten. Von Professor Dr. **Th. Schott**, Naheim. Mit 42 Textfiguren und 11 Tafeln. 1916. Preis M. 3,60; in Leinwand gebunden M. 4,20

Lehrbuch der Herzkrankheiten. Von **James Mackenzie**. Autorisierte Übersetzung der zweiten Auflage von Dr. **F. Grote**. Mit einem Vorwort von **Wilhelm His**. Mit 280 Textfiguren. 1910. Preis M. 15.—; in Leinwand gebunden M. 17.—

Pathologie des Herzens. Von Professor **A. Vogt**. Autorisierte Übersetzung von Dr. **Julius Schütz**, Marienbad. Mit 20 Textfiguren. 1912. Preis M. 8.—

Zur Hypertrophie der quergestreiften Muskeln, speziell des Herzmuskels. Ein Beitrag zur Entstehungsgeschichte der Herzmuskelerkrankungen von Dr. **Max Asch**. 1906. Preis M. 1,20

Der Herzmuskel und seine Bedeutung für Physiologie, Pathologie und Klinik des Herzens. Ein Versuch zur Entwicklung einer allgemeinen Pathologie und Symptomatologie der Herzmuskelerkrankungen auf anatomischer Grundlage von Dr. **Ehrenfried Albrecht**, Arzt in Berlin. Mit 3 Lichtdruck- und 4 lithographischen Tafeln. 1903. Preis M. 14.—

Die Kompensierung der Klappenfehler des Herzens. Versuch einer mathematischen Theorie. Von Dr. **Benno Lewy**, Assistenzarzt an der inneren Poliklinik des Jüdischen Krankenhauses zu Berlin. 1890. Preis M. 3.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

11. Mai 1917.

Heft 19.

Über die Entwicklung des menschlichen Herzens während der Kindheit bis zum erwachsenen Zustande und über individuelle und Rassenunterschiede.

Von Prof. Dr. P. Schiefferdecker, Bonn.

Die hier mitgeteilten Befunde sind gewonnen worden durch eine Methode, bei der die Größen- und Massenverhältnisse der Herzmuskelfasern zu ihren Kernen festgestellt wurden.

Der menschliche Körper baut sich, wie der aller Tiere und Pflanzen, aus mikroskopisch kleinen Lebewesen, den Zellen, auf. Eine jede Zelle enthält in ihrem Körper zwei für sie sehr wesentliche „Organe“: den Kern und das *Zentralkörperchen*. Diese „Zellorgane“ werden auch zum Unterschiede von den „Organen des ganzen Körpers“ als „Organellen“ bezeichnet. Die beistehende Abbildung Fig. 1¹⁾ läßt diese Verhältnisse deutlich

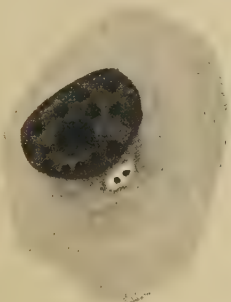


Fig. 1.

erkennen. Der Zellkörper kann sehr verschiedene Formen besitzen, hier ist er etwa rundlich dargestellt, und besteht aus einem lebendigen Stoffe, den man im allgemeinen als Protoplasma bezeichnet. In diesem Zellkörper liegt mehr oder weniger zentrisch oder exzentrisch ein bald mehr rundlicher, bald mehr ovaler Körper, der Kern. Dieser zeigt im allgemeinen eine mehr glatte, gleichmäßige Oberfläche, doch kann er auch mehr oder weniger buchtig oder gelappt erscheinen. In dem Innern des Kernes liegt ein rundliches Körperchen, das Kernkörperchen, und außerdem sieht man mehr oder weniger deutlich und mehr oder weniger regelmäßig angeordnet netzförmige Bildungen. Das *Zentralkörperchen* liegt in dem Zellkörper als ein sehr kleines, punktförmiges Gebilde, das häufig auch doppelt auftritt, meist in

¹⁾ Die hier gegebenen drei Abbildungen sind halbschematische Kopien von Abbildungen aus: J. Sobotta, „Histologie und mikroskopische Anatomie“, 2. Aufl. 1911.

der Nähe des Kernes, doch kann es auch an anderen Stellen des Zellkörpers sich befinden. Diese beiden Organe sind für das Zelleben von der größten Bedeutung; der Kern regelt unter anderem auch die Tätigkeit der Zelle. Man wird annehmen können, daß die Einwirkung des Kernes auf den Zellkörper im wesentlichen eine chemische ist. Man wird weiter annehmen dürfen, daß die Größe des Zellkernes in einem bestimmten Verhältnis steht zu der Größe der Zelle. Es erscheint daher möglich, durch die Bestimmung der Größe des Kernes und der Größe der Zelle Einblick zu erhalten in die Bedeutung dieses Größenverhältnisses, wenn man Zellen verschiedener Organe und verschiedener Lebewesen untersucht und vergleicht. Selbstverständlich wird auch der chemische und physikalische Aufbau des Kernes bei verschiedenen Zellen und bei verschiedenen Lebewesen verschieden sein können, ebenso wahrscheinlich in verschiedenen Zuständen der Zelle, doch weiß man hiervon noch zu wenig und kann vor allem auch noch zu wenig davon durch die mikroskopische Untersuchung nachweisen, um die chemische und physikalische Beschaffenheit des Kernes zu derartigen vergleichenden Untersuchungen zu benutzen. Bei meiner oben erwähnten Untersuchungsmethode bestimme ich nun die Größe der Kerne und die Größe der Zellen und kann so zahlenmäßig eine ganze Reihe von Beziehungen der Kerngröße zu der Zellengröße feststellen. Diese „zahlenmäßige Feststellungsmöglichkeit“ ist ein sehr wesentlicher Vorteil dieser Methode gegenüber anderen Untersuchungsmethoden, da ich auf diese Weise wirklich objektive, zahlenmäßige Ergebnisse erhalte. Als Organe für diese Untersuchungen habe ich zunächst die *Muskeln* gewählt. Selbstverständlich würde aber auch ein jedes andere Organ in dieser Weise zu untersuchen möglich sein. Die Muskeln bieten für diese Art der Untersuchung verschiedene Vorteile: sie bestehen aus langen Fasern, welche einander parallel verlaufen, und von denen man daher leicht Quer- und Längsschnitte erhalten kann, und eine jede Faser entspricht in ihrer Wertigkeit einer größeren Anzahl von Zellen und enthält daher auch eine größere, der Anzahl der Zellen entsprechende Anzahl von Kernen. Ob ich nun das Verhältnis des Kernes zu dem Zellkörper bei einer einzelnen Zelle untersuche oder bei einem Gebilde, das einer großen Anzahl von Zellen entspricht, ist im Prinzip gleich, die Untersuchung dieser größeren Gebilde aber bietet den großen Vorteil, daß ich die Größenverhältnisse von weit mehr Zellen auf einmal, durch die Ausmessung eines einzigen Faserquerschnittes feststellen kann,

und der Aufbau des Muskels aus parallel verlaufenden Fasern bietet den weiteren großen Vorteil, daß ich eine große Anzahl von genauen Querschnittsbildern von Kernen und Fasern, also von Kernen und Zellen, auf demselben Schnitte unter dem Mikroskop nebeneinander untersuchen kann. Da die Kerne der Muskelfasern im wesentlichen langoval bis stäbchenförmig sind und mit ihrer Längsachse der Längsachse der Muskelfaser im wesentlichen parallel verlaufen, so erhalte ich mit den Querschnitten der Muskelfasern auch gleichzeitig die Querschnitte der Kerne und kann auf den Längsschnitten der Muskelfasern die Länge der Kerne durch direkte Ausmessung unter dem Mikroskop bestimmen. Unsere Skelettmuskeln sind also in der Tat für diese Art der Untersuchung außerordentlich gut geeignet. Dazu kommt noch etwas weiteres. Die Skelettmuskeln sind Organe, welche durch Tätigkeit und Übung, durch Untätigkeit und Krankheiten sehr leicht und rasch verändert werden und bei denen man daher leicht die Veränderungen der Kerne bei solchen Veränderungen des Muskels feststellen kann, was natürlich für die Erkenntnis der Bedeutung des Kernes für das Leben der Zelle sehr wesentlich ist.

Im Jahre 1903 habe ich zuerst eine derartige Muskeluntersuchung¹⁾ veröffentlicht und seither eine ganze Reihe von solchen ausgeführt. Diese Untersuchungen bezogen sich auf gesunde und kranke Muskeln des Menschen und auf gesunde Muskeln von Wirbeltieren der verschiedenen Klassen, so auf die von Fischen²⁾⁵⁾, Amphibien⁴⁾, Vögeln⁶⁾ und Säugetieren¹⁾²⁾³⁾. Von menschlichen Muskeln wurde außer einem Augenmuskel und einigen Armmuskeln noch besonders untersucht das Zwerchfell³⁾, da dieses als wichtigster Atmungsmuskel für das menschliche Leben von der größten Bedeutung ist. Ich habe also Gelegenheit genug gehabt, diese von mir gefundene Methode auf ihren Wert hin zu erproben und über ihre Wirkungsweise und die mit ihr zu erhaltenden Ergebnisse sowie über ihre Grenzen Erfahrungen zu sammeln. So glaubte ich denn, mich an die Untersuchung eines sehr wichtigen Muskels heranzuwagen zu können, nämlich an das Herz⁷⁾, das ja einen großen Hohlmuskel darstellt und für das menschliche Leben von der größten Bedeutung ist. In einer vor kurzem erschienenen Arbeit habe ich den durch meine Methode festzustellenden Aufbau des menschlichen Herzens während der kindlichen Entwicklung bis zum erwachsenen Zustande hin eingehend beschrieben, ebenso Erfahrungen bei verschiedenen Menschenrassen mitgeteilt und will hier diejenigen Ergebnisse besprechen, welche anthropologisch wichtig sind.

Der Herzmuskel besteht ebenfalls aus Fasern, die aber von denen der Skelettmuskeln dadurch wesentlich abweichen, daß sie durch Verästelungen ein großes, engmaschiges Netz bilden, welches eben den Herzmuskel bildet (Fig. 2). In den

Faserquerschnitten des Herzmuskels sieht man ferner (Fig. 3) stets nur einen Kern oder auch gar keinen, falls der Kern auf dem Faserquerschnitt nicht getroffen worden ist, während man auf den Querschnitten der Skelettmuskelfasern meist mehrere Kerne findet, mitunter natürlich gleichfalls keinen. Endlich steht der Herzmuskel seinem feineren Aufbau und seiner Tätigkeit nach zwischen der Skelettmuskulatur und der Muskulatur der Eingeweide, der sogenannten „glatten Muskulatur“. Es war also durchaus möglich, daß sich auch bei meiner Methode nach dieser letzteren Richtung hin Abweichungen von den Skelettmuskeln nachweisen ließen. Auf Fig. 2 erkennt man deutlich die netzförmigen Verbindungen der

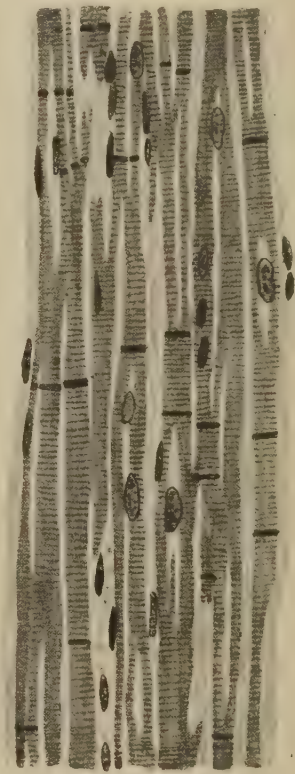


Fig. 2.

Fasern mit den langen, schmalen, so entstehenden Maschen, und sieht die dunkel gefärbten, ziemlich breiten Kerne in den Fasern liegen, mit ihrer Längsachse wieder parallel zu der Längsachse der Fasern. Bei dieser Betrachtung des Längsschnittes versteht man leicht, daß auf den Querschnitten vielfach keine Kerne zu finden sind, da der Kern ja immer weit kürzer ist als der zugehörige Faserabschnitt, geradeso wie auch in der einzelnen Zelle der Kern immer kleiner ist als der Zellkörper. Außerdem sieht auf Fig 2 noch eine feine Querstreifung, welche den Herzmuskelfasern ebenso eigentümlich ist wie den Skelettmuskelfasern, und zwischen diesen Querstreifen hin und wieder dickere, quer verlaufende Streifen, die sogenannten „Kittlinien“ oder „Schaltstücke“,

deren Bedeutung noch unbekannt ist. Diese letzteren fehlen den Skelettmuskeln.

Die Untersuchung des menschlichen Herzens mit meiner Methode lieferte nun außer anderen die folgenden anthropologisch wichtigen Ergebnisse.

Die Größe des Faserquerschnittes nimmt während der kindlichen Entwicklung im allgemeinen bis zum erwachsenen Zustande hin mit dem Alter zu. Eine besonders starke Zunahme der Querschnittsgröße findet sich vom ersten zum zweiten Lebensjahre, sie betrug 25 %. Eine weitere, besonders starke Zunahme fand sich vom 15. oder 16. Lebensjahre bis zum erwachsenen Zustande hin, sie betrug sogar 41 %. Das sich entwickelnde Herz erhält also immer dickere Fasern, es muß dementsprechend im ganzen an Größe zunehmen, und es ist auch anzunehmen, daß es dementsprechend an Kraft zunimmt, denn unter sonst gleichen Umständen wächst die Kraft eines Muskels mit der Größe seines Querschnittes.

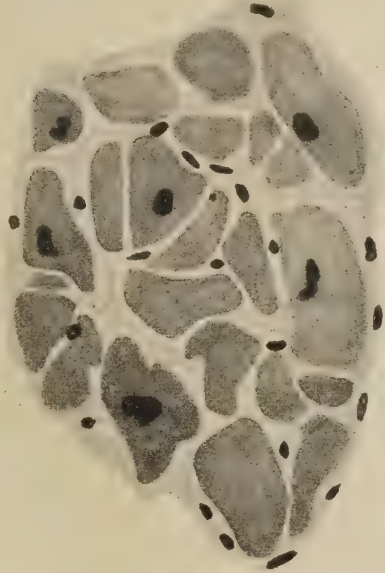


Fig. 3.

In dieser Hinsicht ist nun die schnelle Entwicklung während des ersten Lebensjahres besonders interessant und ebenso natürlich auch die außerordentlich starke Entwicklung vom 15. oder 16. Lebensjahre bis zum erwachsenen Zustande hin, d. h. bis etwa zu 23 oder 24 Jahren. Allerdings erstreckt sich diese letztere Zunahme über einen Zeitraum von etwa 8 Jahren und ist daher verhältnismäßig weit geringer als die im Laufe des ersten Lebensjahres eingetretene. Ich muß hier indessen bemerken, daß das von mir verarbeitete Material natürlich mehr oder weniger lückenhaft war und daß ich zwischen dem 15. und 16. Lebensjahre einerseits und dem 23. und 24. Lebensjahre andererseits keine Zwischenstadien untersuchen konnte, so daß es wohl möglich ist, daß die Faserdicke des Erwachsenen schon früher erreicht wird und die Zunahme um 41 % sich also auf eine kürzere Reihe von Jahren verteilt.

Außer den Deutschen wurden noch zwei *Exoten* untersucht, ein *Kamerunneger* von 21 Jahren und ein *Chineser* von 30 Jahren. Beide gehörten also zu den „Erwachsenen“ im kräftigsten Alter. Beide zeigten weit dickere Fasern als die Deutschen, im Durchschnitt war bei ihnen der Faserquerschnitt um etwa 40 % größer als der der Deutschen. Noch stärker war der Unterschied ausgesprochen bei den Maxima der Faserquerschnitte, hier betrug er sogar etwa 69 %. Die Faserquerschnitte der Skelettmuskeln sowohl wie des Herzmuskels sind niemals alle gleich groß, sondern zeigen im Gegenteil oft recht bedeutende Unterschiede, daher kann man Maxima feststellen, und die Vergleichung dieser ist unter Umständen nicht unwichtig, wie das auch hier der Fall war. Ferner war das Verhältnis der Zahl für die durchschnittliche Querschnittsgröße zu der für das Maximum bei den Deutschen 100 : 195, bei den beiden *Exoten* 100 : 236. Es folgt aus dem Gesagten, daß die Herzmuskelfasern bei den *Exoten* augenscheinlich nicht nur im ganzen größer, sondern auch unregelmäßiger ausgebildet sind, beides spricht aber für einen primitiveren Bau des Herzens, also für eine tiefere Stufe der Entwicklung, was anthropologisch sehr interessant und wichtig ist. Es würde das übereinstimmen mit den Beobachtungen, die *Stigler*⁸⁾ an Negern aus Uganda gemacht hat. Er teilt mit, daß sich bei Schwarzen durch Überanstrengung gerade Gefäß- und Herzerkrankungen so häufig einstellen, daß man das Gefäßsystem des Schwarzen nicht als dem des Weißen überlegen bezeichnen kann, wozu man zuerst geneigt sein könnte in Anbetracht der Strapazen, welche die Neger aushalten. Außerdem seien unregelmäßige Herztätigkeit und frühzeitige Arterienverkalkung sowie Herzmuskelentartung und Herzhypertrophie bei den Schwarzen sehr häufig. Dieser Größenunterschied fällt um so mehr ins Gewicht, als das Herz im Vergleiche zu den Skelettmuskeln des Menschen Fasern besitzt, die zu den kleinsten menschlichen Muskelfasern gehören. Je feinfaseriger ein Muskel aber ist, um so reichlicher ist im allgemeinen seine Nervenversorgung und um so feiner kann infolgedessen wieder seine Tätigkeit abgestuft werden. In dieser Beziehung würde also das Herz sehr günstig stehen, das Herz der *Exoten* aber voraussichtlich weniger günstig als das der Deutschen. Daß das Herz auf Veränderungen des Zustandes des Körpers sehr rasch und fein reagiert, ist ja allgemein bekannt und an der Zahl und Beschaffenheit des Pulsschlages leicht festzustellen. Schon geringfügige Änderungen der Körperhaltung, das Liegen, Sitzen oder Stehen, verändern die Pulszahl, noch mehr jede Muskel-tätigkeit und Muskelanstrengung. Auf solche ist die Pulsveränderung bei den verschiedenen Körperhaltungen ebenfalls zu einem Teile zurückzuführen. Bei stärkeren Muskelanstrengungen treten sehr wesentliche Veränderungen der Herztätigkeit ein. Daß auch die Psyche stark auf das Herz einzuwirken vermag, ist ja ebenfalls be-

kannt. Die Blutzirkulation, die durch das Herz bewirkt wird, ist die Quelle des Lebens für den gesamten Körper, so versteht es sich leicht, daß das Herz sehr anpassungsfähig sein muß an die verschiedenen Körperzustände, und hierzu ist eine reiche Nervenversorgung das passendste Mittel.

Infolge des starken Wachstumes der Herzmuskelfasern vom Kinde bis zum Erwachsenen hin wird der Kern, dessen Größenzunahme schon im 10. Lebensjahre, oder vielleicht noch früher, aufzuhören scheint, im Verhältnis zur Größe der Zelle immer kleiner. Man wird annehmen dürfen, daß infolgedessen auch die Einwirkungsfähigkeit des Kernes auf die Zelle eine immer geringere wird. Nun hört ja allerdings im erwachsenen Zustande auch das Wachstum der Herzmuskelfasern auf, und infolgedessen wird die Einwirkung des Kernes auf die Zelle ebenfalls geringer werden dürfen, da der Kern für das Wachstum der Zelle nicht weiter zu sorgen hat, sondern nur noch für die gewöhnliche Zelltätigkeit, für die er ja während der Entwicklung noch neben dem Wachstume zu sorgen hatte. So versteht man es, daß die erwachsene Herzmuskelfaser ganz gut mit einem kleineren Kerne auskommen kann, als die noch wachsende.

Bei den beiden Exoten entfällt aber wieder im erwachsenen Zustande auf einen Kern mehr Fasermasse, also mehr Zellmasse, als bei den Deutschen, das Verhältnis bei ihnen ist also auch in dieser Hinsicht wieder ungünstiger.

Der Kern nimmt während der kindlichen Entwicklung an Größe zu durch das Wachstum seines Querschnittes, er wird also allmählich immer dicker, während die Länge dieselbe bleibt. Diese Querschnittsgröße des Kernes zeigt aber während der Entwicklung wesentliche individuelle Verschiedenheiten. Es ist dies eine sehr wichtige Tatsache, da es wohl das erste Mal ist, daß es gelungen ist, solche individuelle Verschiedenheiten für das Wachstum eines Zellteiles während der Entwicklung objektiv festzustellen.

Ein anderer sehr wichtiger Muskel des Menschen ist das Zwerchfell, der Hauptatmungs-muskel, den ich schon früher mit meiner Methode untersucht habe⁹⁾. Sowohl das Zwerchfell wie das Herz sind während des ganzen Lebens dauernd rhythmisch tätig. Nun ergab es sich, daß die Querschnittsgröße des Kernes bei dem Neugeborenen bei dem Zwerchfelle schon recht gut übereinstimmte mit der des Erwachsenen und damit überhaupt die Kerngröße. Das Zwerchfell zeigte also in dieser Hinsicht schon sehr früh eine weit vorgeschrittene Entwicklung, während beim Herzen noch eine wesentliche weitere Entwicklung, etwa bis zum 10. Lebensjahre, nötig zu sein scheint, um den entsprechenden Zustand zu erreichen. Es müssen also zwischen Herz und Zwerchfell funktionelle Unterschiede bestehen, welche einen solchen Unterschied in dem Verhalten der Kerne verstehen lassen, doch sind uns diese bis jetzt noch unbekannt. Es würde sehr

interessant sein, auch das Zwerchfell von Exoten zu untersuchen, namentlich auch während der kindlichen Entwicklung, um festzustellen, wie sich dieses gegenüber dem Zwerchfelle der Deutschen verhält. Ich bin mit derartigen Untersuchungen beschäftigt, doch ist es sehr schwer, das nötige Material dazu zu erhalten.

Berechnet man das prozentuale Verhältnis der Kernmasse zur Fasermasse, die „Relative Kernmasse“, wie ich dieses Verhältnis genannt habe, so ergibt sich, daß vom jungen Kinde bis zum Erwachsenen hin eine wesentliche Abnahme derselben stattfindet. Zu zwei Zeitpunkten ist diese Abnahme besonders stark: während des 1. Lebensjahres bis zum 2. Lebensjahre hin und während der Entwicklung der Halbwüchsigen bis zu den Erwachsenen hin. Vom 2. Jahr bis zum 10. Jahre scheint das Verhältnis dagegen annähernd gleich zu bleiben. Es läßt sich das verstehen, wenn man das berücksichtigt, was ich oben über das Verhältnis des Faserwachstumes zum Kernwachstume gesagt habe. Dabei sind die Zahlen für die „relative Kernmasse“ beim Herzen ganz außerordentlich hohe, weit größere als bei den Skelettmuskeln, nur die Augenmuskeln stimmen etwa mit den Zahlen für den erwachsenen Herzmuskel überein. Während der kindlichen Entwicklung des Herzens aber sind die Zahlen noch weit höher und besonders hoch im ersten Lebensjahre. Man kann hieraus schließen, daß die Herzmuskelfaser, also die Zelle, von ihrem Kerne verhältnismäßig sehr stark beeinflusst wird, und daß dieser Einfluß besonders stark im ersten Lebensjahre ist. Die Augenmuskeln des Menschen sind, wenigstens während des wachen Zustandes, so gut wie unausgesetzt tätig und besitzen in dieser Hinsicht eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Herzen, die noch dadurch vermehrt wird, daß sie ebenfalls sehr feinfaserig sind und ebenfalls eine sehr reichliche Nervenversorgung aufweisen. Auch sonstige Erfahrungen sprechen dafür, daß die Muskeln, die eine andauernde Tätigkeit entfalten, verhältnismäßig hohe Zahlen für die „relative Kernmasse“ besitzen. Es ist das ja auch verständlich, denn eine andauernde Tätigkeit bedingt einen lebhaften Stoffwechsel, und dieser wird wieder durch den Kern beeinflusst.

Wenn der Kern einen solchen Einfluß auf die Zelle, hier also auf die Muskelfaser, ausübt, so wird auch seine Form nicht gleichgültig sein. Nimmt man an, daß der Einfluß des Kernes auf die Zelle auf chemische Ursachen zurückzuführen ist, so wird ein Stoffaustausch zwischen Kern und Zelle stattfinden. Ein solcher wird um so leichter und energischer stattfinden können, je größer die Oberfläche des Kernes ist, die mit dem Zellkörper in Berührung steht. Die Oberfläche eines Körpers im Verhältnis zu seinem Inhalte ist um so geringer, je mehr sich der Körper der Kugelform nähert; die Kugel hat die geringste Oberfläche im Verhältnisse zu ihrem Inhalte. Je stärker also die Form des Kernes von der der Kugel abweicht,

um so größer wird seine Oberfläche im Verhältnisse zum Inhalte, um so günstiger für die Beeinflussung des Zellkörpers. Wenn ein Kern also verhältnismäßig lang und schmal ist, wenn er verhältnismäßig flach ist, wird seine Oberfläche größer sein. *Nun zeigt es sich, daß während der kindlichen Entwicklungsperioden eintreten, in denen der Kern von der Kugelform stärker abweicht, als zu anderen Zeiten, in denen seine Oberfläche also größer wird.* Eine solche Periode fand sich bei meinem Materiale im 2. bis 4. Lebensjahre, eine weitere bei den Halbwüchsigen im 15. und 16. Lebensjahre, doch war mein Material zu lückenhaft, um diese Perioden genauer begrenzen zu können. Man könnte daran denken, daß in diesen Perioden der kindlichen Entwicklung eine besonders lebhafte Kerntätigkeit nötig sei, und hieraus würde dann folgen, daß *die Zeit der kindlichen Entwicklung in verschiedene Perioden zerlegt werden könne, in denen die Größe der Kerntätigkeit verschieden ist.* Stratz hat in seinem Buche über den Körper des Kindes und seine Pflege ebenfalls verschiedene Perioden der kindlichen Entwicklung angenommen, wie weit sich diese aber mit den durch die Herzentwicklung festzustellenden decken würden, läßt sich bei der Lückenhaftigkeit meines Materiales bis jetzt nicht sagen. Es müßten noch weit mehr Herzen aus verschiedenen kindlichen Lebensjahren nach meiner Methode untersucht werden, um in dieser Beziehung Klarheit zu schaffen. Es ist indessen die Beschaffung des nötigen Materials so schwierig und die Art der Untersuchung nach meiner Methode so ungemein mühsam, daß ich, vorläufig wohl wenigstens, noch nicht eine Fortsetzung dieser Untersuchungen werde ermöglichen können.

Nun ist die *Kernform bei dem erwachsenen Herzmuskel* eine für die Einwirkung des Kernes auf die Zelle verhältnismäßig ungünstige, der Kern ist im Verhältnisse zu seiner Länge sehr dick, dicker und der Kugel näher stehend als die Kerne der Skelettmuskeln. Das Volumen des Herzmuskelkernes ist überhaupt sehr bedeutend, weit größer als das der Skelettmuskeln. Es ist wieder im wesentlichen die Querschnittsgröße, welche diesen Größenunterschied bedingt, daher eben auch die stärkere Annäherung an die Kugelform. *Eine solche Kernform entspricht einer mäßig großen, aber andauernden und kräftigen Tätigkeit des Herzmuskels*, wie wir sie ja auch für die gewöhnlichen Verhältnisse annehmen können. Es ist aber wohl denkbar, daß zu bestimmten Zeiten der kindlichen Entwicklung eine stärkere Einwirkung des Kernes auf die Zelle erwünscht ist, z. B. für stärkere Wachstumsvorgänge, das würde dann für die oben erwähnten Perioden in der kindlichen Entwicklung zutreffen können. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß bei Muskelübungen, bei sportlicher Tätigkeit, das Herz ganz allmählich an die nötige verstärkte Arbeit gewöhnt werden muß. Bei der nötigen Vorsicht nimmt die Leistungsfähigkeit des

Herzens fortdauernd zu, bei einem zu schnellen Vorgehen wird das Herz zu stark angegriffen und geschädigt. Das für eine mehr gleichmäßige, aber andauernde Tätigkeit eingestellte Verhältnis von Kern zu Zelle verlangt eine ganz allmähliche Umänderung. Die Kernform des Herzens ist eben, wie schon oben erwähnt, stark abweichend von der der Skelettmuskeln, und auch von diesen ist es bekannt, daß nur eine ganz allmählich fortschreitende Übung zu dem besten Ergebnisse führt. Wieviel mehr gilt dies noch für das Herz, das außer für die stärker arbeitenden Muskeln noch für den gesamten übrigen Körper zu sorgen hat, dessen Stoffwechsel durch die vermehrte Muskel-tätigkeit ebenfalls zunimmt und daher wiederum eine erhöhte Tätigkeit des Herzmuskels erfordert. Ob nun in solchen Fällen, bei einer solchen sportlichen Ausbildung des Herzens, wiederum eine Änderung der Form des Kernes eintritt, ist bis jetzt ganz unbekannt; es würde sehr wichtig sein, das festzustellen, doch dürfte die Untersuchung auf ungemein große Schwierigkeiten stoßen, da das nötige Untersuchungsmaterial nur sehr schwer zu beschaffen sein würde. Vielleicht sind auf dieses besondere Verhältnis des Kernes zur Zelle bei den Herzmuskelfasern auch jene Herzerscheinungen zurückzuführen, die jetzt im Felde bei so vielen Soldaten aufgetreten sind, infolge der sehr starken und andauernden Märsche. Der hierbei verlangten plötzlich gesteigerten Zell-tätigkeit entsprechen eben nicht die Kernverhältnisse. Auch bei der Ausbildung der Soldaten würde auf das eben Gesagte Rücksicht zu nehmen sein und eine zu schnelle und starke Steigerung der Ansprüche an den Körper, wie sie jetzt bei der abgekürzten Ausbildungszeit vielfach vorzukommen scheint, würde möglichst zu vermeiden sein.

Ich habe jetzt noch auf eine weitere sehr wichtige und interessante Beobachtung einzugehen, welche *Unterschiede betrifft, die sich bei verschiedenen Menschen* feststellen lassen.

Schon vor 14 Jahren, in der ersten Muskelarbeit¹⁾, die ich mit meiner Methode ausgeführt hatte, war es mir wahrscheinlich geworden, daß die *Volumgröße* des Kernes eine wesentliche Bedeutung für die Muskeln besitzt. Die folgenden Muskelarbeiten bewiesen diese Annahme durchaus: die Größe des Kernvolumens war spezifisch für den betreffenden Muskel. Diese Größe des Kernvolumens konnte aber geringe Verschiedenheiten zeigen bei demselben Muskel verschiedener Individuen. Daß solches vorkommen konnte, war mir ebenfalls schon in meiner ersten Muskelarbeit als möglich erschienen. Ich sagte damals auf S. 129 bis 130: „Nehmen wir nun an, daß die Volumengröße desselben Muskels bei verschiedenen Menschen innerhalb bestimmter Grenzen schwanken kann, so würde ein Mensch X ein kleineres, ein Mensch Y ein größeres Kernvolumen bei demselben Muskel besitzen können. Nun wäre es ganz gut denkbar, daß bei sämtlichen Muskeln des X die Kernvolumina (jedes Mal natürlich

innerhalb der bestimmten Grenzen) verhältnismäßig niedrig, die Kernvolumina des Mannes Y verhältnismäßig hoch sein könnten, so würden wir für die einzelnen Muskeln oder Muskelgruppen charakteristische Kernvolumina haben, und doch würde ihnen gleichzeitig der individuelle Stempel aufgedrückt werden. Wir würden von Menschen mit großen und von Menschen mit kleinen Muskelkernen reden können, und es wäre ja wohl denkbar, daß dadurch auch gleichzeitig ein charakteristisches Kennzeichen für den gesamten übrigen Körperbau gegeben wäre, *das erste individuelle Kennzeichen, welches wir besitzen würden*. Wir wissen ja sehr genau, daß jeder Mensch von dem anderen verschieden ist in dem gesamten Verhalten seines Körpers. Jeder Arzt weiß sehr genau, wie verschieden die Menschen auf Krankheiten und Arzneiwirkungen reagieren. Jeder Arzt sehnt sich danach, ein Kennzeichen zu haben, nach dem er die Menschen ihrer Beschaffenheit nach erkennen und einteilen kann; aber wenn der Anatom und Physiologe auf die Frage nach einem solchen Kennzeichen antworten soll, so kann er höchstens bedauernd seine Unwissenheit eingestehen. Es ist also ein dringendes Bedürfnis, irgend ein objektives Kennzeichen zu haben. *Vielleicht wäre eine solche Feststellung der Kerngröße der erste Anfang zu einer weitergehenden Aufdeckung solcher Kennzeichen, die schließlich auch dem Arzte von Nutzen sein können*. Um derartige Dinge festzustellen, dazu gehören aber natürlich ungemein ausgedehnte Untersuchungen. Vielleicht gibt diese Arbeit die Anregung zu solchen. Was ich hier soeben besprochen habe, ist ja zurzeit alles nur als möglich zu bezeichnen; es sind Möglichkeiten, welche durch weitere Untersuchungen geprüft werden müssen; mir scheinen diese Möglichkeiten aber wichtig genug zu sein, um sie hier kurz zu erörtern.“ Meine Hoffnung, daß meine Arbeit die Anregung zu entsprechenden Untersuchungen geben würde, hat sich leider nicht erfüllt. Es ist dies ja allerdings zu verstehen, da meine Methode so außerordentlich mühsam und zeitraubend ist. Ich selbst habe aber während dieser 14 Jahre meine Untersuchungen fortgesetzt und habe dabei natürlich eine Menge von Tatsachen und Erfahrungen gesammelt. *Es hat sich da zunächst immer wieder bestätigt, daß ein jeder Muskel sein spezifisches Kernvolumen besitzt*. Weiter habe ich aber bei vergleichenden Untersuchungen desselben Muskels bei verschiedenen Menschen gefunden, *daß das Kernvolumen in der Tat individuelle Verschiedenheiten zeigt, daß die Zahlen aber mit verhältnismäßig geringen Abweichungen um eine Mittelzahl schwanken*. Zweifellos besitzen also verschiedene Menschen für denselben Muskel ein verschieden großes Kernvolumen, das aber in der Breite der Schwankungen für ein spezifisches Kernvolumen liegt. Solche vergleichenden Untersuchungen beim Menschen habe ich ausgeführt bei einem „Augenmuskel“⁽²⁾, dem oberen geraden

Augenmuskel (Rectus oculi superior), bei dem „Zwerchfelle“⁽³⁾ und jetzt bei dem „Herzen“⁽⁷⁾. Bei dem „Augenmuskel“ lagen die Zahlen bei vier verschiedenen Erwachsenen zwischen 93 μ und 107 μ (107; 93; 97; 103), die höchste Zahl war also um 13 % größer als die niedrigste¹⁾. Beim „Zwerchfelle“ lagen die Werte für die erwachsenen Deutschen zwischen 66 μ und 92 μ (73; 66; 70; 71; 75; 92). Es war also die höchste Zahl um 38 % größer als die niedrigste. Es fiel bei diesen Zahlen aber noch etwas anderes auf: der sehr große Unterschied zwischen der Zahl 92 einerseits und den übrigen Zahlen andererseits. Wie man sieht, liegen diese letzteren ziemlich nahe aneinander, der größte Unterschied liegt zwischen 66 und 75, die letztere Zahl ist um 14 % größer als die erstere. Dieses entspricht genau dem Verhalten bei dem Augenmuskel. Nimmt man die Mittelzahl aus den kleineren Zahlen für das Zwerchfell, so beträgt diese 71; vergleicht man diese mit der höchsten Zahl (92), so ist die letztere um 30 % größer. Das ist ein sehr viel größerer Unterschied, als ich ihn damals kennen gelernt hatte. Bei dieser Zwerchfellarbeit konnte ich mit den verschieden großen Unterschieden noch nicht viel anfangen, da das vorliegende Vergleichungsmaterial noch zu gering war. Nachdem ich im vorigen Jahre die Untersuchung über das „Herz“ ausgeführt habe, liegt die Sache anders. Von dem 10-jährigen Kinde an, bei dem, wie ich oben angegeben habe, der Kern schon seine volle Größe erreicht hat, fand ich durch die Gruppe der Halbwüchsigen und Erwachsenen für die Größe des Kernvolumens die folgenden zwei Zahlenreihen: erstens: 194; 172; 177; 196, und zweitens: 227; 230; 303; 253; 296. In der ersten Zahlenreihe beträgt der größte Unterschied 14 %, in der zweiten 13 %. Diese Unterschiedszahlen entsprechen genau den oben für den Augenmuskel und für die kleinere Zahlenreihe des Zwerchfelles gefundenen: 13 % und 14 %. Diesen kleinen Unterschieden steht hier beim Herzen gegenüber der große Unterschied zwischen den Durchschnittszahlen aus den beiden Reihen: 185 und 262, der 41 % beträgt. Bei dem Zwerchfell hatte ich für diesen „großen“ Unterschied 30 % gefunden. Es fanden sich also beim Zwerchfelle und beim Herzen zwei graduell verschiedene Unterschiede, ein „kleiner“ und ein „großer“. Wie ist das nun zu deuten? Ich bin nach eingehender Überlegung zu folgender Deutung gelangt: es gibt zwei Arten von Unterschieden in bezug auf die Größe des Kernvolumens: „individuelle“ und „Gruppenunterschiede“; die ersteren sind weit kleiner als die letzteren. Die ersteren betragen, soweit ich aus meinen bisherigen Untersuchungen schließen darf, 13 bis 14 %. In dieser Breite würden also die Zahlen für die Kerngröße desselben Muskels bei den verschiedenen Menschen, zunächst bei den Deutschen, schwanken können.

¹⁾ Ein μ ist gleich 0,001 mm.

Wie sich andere Völker und Rassen in dieser Beziehung verhalten, muß erst durch ausgedehnte Untersuchungen festgestellt werden. Selbstverständlich ist es möglich, daß auch bei den Deutschen noch größere Unterschiede gefunden werden, wenn noch mehr Individuen untersucht werden. Weiter muß es aber *zwei große Gruppen* von Menschen geben: solche mit „kleinen“ Kernen und solche mit „großen“. In jeder von diesen beiden Gruppen gibt es dann wieder die „individuellen“ Unterschiede. Daß diese beiden Menschengruppen durch ihre „Großkernigkeit“ und „Kleinkernigkeit“ scharf voneinander geschieden sind, ist klar. Es ist weiter höchst wahrscheinlich, daß diese Kernunterschiede sich nicht auf die Muskelkerne beschränken, sondern den sämtlichen Geweben und Organen zukommen werden. Eine Beschränkung auf die Muskeln allein würde nicht zu verstehen sein. Man ist weiter gezwungen, anzunehmen, daß sich diese Eigenschaft *vererben* wird, und daraus folgt dann wieder, daß sie *erbt* ist. Man wird daher gezwungen sein, die Annahme zu machen, daß *zwei „Urrassen“* existiert haben mit dieser Eigenschaft, große und kleine Kerne zu besitzen. Diese Urrassen müssen natürlich schon bestanden haben vor der Bildung unserer jetzigen Rassen, sie müssen in ihren Ursprüngen also sehr weit zurück liegen. Durch die Vermischung dieser beiden („großkernigen“ und „kleinkernigen“) Urrassen ist eine Mischrasse entstanden, in welcher bald die großen, bald die kleinen Kerne hervortreten. Von dieser „*Urmischrasse*“ stammen die von mir untersuchten Deutschen ab, d. h. also wohl die Deutschen überhaupt. Wieviel weitere Völkerstämme zu dieser weißen Rasse, der die Deutschen angehören, und die diese Eigenschaft besitzt, zu zählen sein würden, läßt sich vorläufig bei unseren so unsicheren Anschauungen über die Rassen nicht angeben. Das müßte erst durch weitere Untersuchungen festgestellt werden. Ich habe mich daher hier möglichst vorsichtig ausgedrückt. Wie weit die sonst noch jetzt vorhandenen Rassen von dieser Urmischrasse oder von den beiden Urrassen je für sich abstammen, läßt sich vorläufig nicht sagen. Von den beiden zu der Herzarbeit untersuchten Exoten war der *Neger* „kleinkernig“, der *Chineser* „großkernig“; das könnte ein Rassenmerkmal sein, es könnte aber ebenso gut ein Zufall sein, daß von diesen beiden Rassen, wenn sie „gemischtkernig“ sind, gerade ein klein- und ein großkerniger Mensch zur Untersuchung gelangt sind. Hierüber müssen weitere Untersuchungen bei den verschiedenen Rassen erst noch Auskunft geben. Sollten unsere jetzigen Rassen in der Tat zum Teile von je einer der beiden Urrassen herkommen, also von der klein- oder von der großkernigen, so würde es nach meinem Befunde leicht sein, ihre Abstammung und ihre Verbreitung zu verfolgen. Man wird übrigens als höchstwahrscheinlich, ja man kann wohl sagen, als sicher annehmen dürfen, daß diese Verschiedenheit der Urrassen sich nicht

auf die Verschiedenheit der Kerngröße beschränkt haben wird, und ebenso, daß der jetzige Unterschied zwischen den zurzeit vorhandenen beiden großen Menschengruppen *sich nicht auf die Kerngröße beschränken wird*, sondern daß *noch weitere Unterschiede im feineren Baue vorhanden sein werden*, wahrscheinlich auch *im größeren Aufbaue*, die durch weitere Untersuchungen zu finden sein würden. Sehr wahrscheinlich wird auch das *Äußere* dieser beiden Menschengruppen Verschiedenheiten aufweisen. Leider wird es nicht leicht sein, dies festzustellen; man würde zu diesem Zwecke eine größere Anzahl von Menschen auf ihre Kerngröße untersuchen müssen, nachdem man vorher ihr Äußeres genau beschrieben hat, das würde eine nicht leicht durchzuführende Aufgabe sein. Würde eine derartige Untersuchung wirklich durchgeführt werden, und zwar natürlich am besten an einer recht großen Anzahl von Individuen, so würde sie allerdings zu recht interessanten Ergebnissen führen können, da man auf das Aussehen der beiden Urrassen und die zwischen ihnen in dieser Beziehung bestehenden Unterschiede Schlüsse ziehen könnte, allerdings mit großer Vorsicht.

Ob die Größe des Kernunterschiedes bei den jungen Kindern unterhalb des 10. Lebensjahres schon ebenso groß ist, wie bei den Erwachsenen, ließ sich nach meinem Materiale noch nicht mit Sicherheit feststellen. Bei der Kindergruppe zwischen 2 und 4 Jahren fanden sich drei große Kerne und ein kleiner, die Durchschnittszahl der großen betrug 144, die Zahl für den kleinen 107, der Unterschied also 35 %. Dieser nähert sich also schon sehr der Zahl für die ausgebildeten Kerne. Bei den Kindern aus dem ersten Lebensjahre waren die Unterschiede der Zahlen nicht genügend ausgeprägt, um sie für diese Frage verwenden zu können. Daß der Unterschied bei den 2- bis 4-jährigen Kindern schon deutlich vorhanden war, spricht aber auch für einen *grundlegenden* Unterschied. Auch hierüber müßten weitere Untersuchungen noch genauere Aufschlüsse ergeben.

Daß die „großkernigen“ und „kleinkernigen“ Menschen sich auch *physiologisch in ihrer ganzen Lebenstätigkeit* voneinander unterscheiden müssen, ist klar. Welche Unterschiede in dieser Beziehung vorhanden sind, müßte aber auch erst noch festgestellt werden. Eine derartige Untersuchung würde aber erst einsetzen können, wenn man die Unterschiede im Äußeren der beiden Menschengruppen kennen gelernt hat.

Die hier mitgeteilten Beobachtungen bilden einen wesentlichen Beitrag zu der Kenntnis der Verschiedenheit der „Konstitutionen“ der Menschen. In neuerer Zeit hat man sich mit dieser eingehender beschäftigt und die Unterschiede auf verschiedenen Wegen festzustellen versucht. Ich habe damals, vor 14 Jahren, schon diese Frage in Angriff genommen, allerdings, ohne das Wort „Konstitution“ zu gebrauchen. Es handelt sich

hierbei um sehr wichtige Fragen und es würde zu begrüßen sein, wenn möglichst zahlreiche und erfolgreiche weitere Schritte zu ihrer Lösung getan würden. Auch diese „Konstitutionen“ sind ja anthropologisch von großer Bedeutung.

Literatur.

¹⁾ *Schiefferdecker, P.*, Beiträge zur Kenntnis der *Myotonia congenita*, der Tetanie mit myotonischen Symptomen, der Paralysis agitans und einiger anderer Muskelkrankheiten, zur Kenntnis der Aktivitäts-hypertrophie und des normalen Muskelbaues. Mit klinischen Beiträgen von Prof. Fr. Schultze. (Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk. Bd. 25, 1903, S. 1—345, mit 15 Tafeln.)

²⁾ *Schiefferdecker, P.*, Muskeln und Muskelkerne. 317 S. mit 20 Abbild. im Text. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1909.

³⁾ *Schiefferdecker, P.*, Untersuchungen über den feineren Bau und die Kernverhältnisse des Zwerchfelles in Beziehung zu seiner Funktion sowie über das Bindegewebe der Muskeln. (Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 139, 1911, S. 337—427, mit 7 Textfig. und 4 Fahrentabellen.)

⁴⁾ *Schiefferdecker, P.*, Untersuchung einer Anzahl von Muskeln von *Rana esculenta* in bezug auf ihren Bau und ihre Kernverhältnisse. (Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 140, 1911, S. 363—435.)

⁵⁾ *Schiefferdecker, P.*, Untersuchungen über die Rumpfmuskulatur von *Petromyzon fluviatilis* in bezug auf ihren Bau und ihre Kernverhältnisse, über die Muskelfasern als solche und über das Sarkolemm. (Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 78, 1911, S. 422—495, mit 2 Tafeln und 3 Textfiguren.)

⁶⁾ *Schiefferdecker, P.*, Untersuchung einer Anzahl von Muskeln von Vögeln in bezug auf ihren Bau und ihre Kernverhältnisse. (Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 150, 1913, S. 487—548, mit 9 Figuren im Text.)

⁷⁾ *Schiefferdecker, P.*, Untersuchung des menschlichen Herzens in verschiedenen Lebensaltern in bezug auf die Größenverhältnisse der Fasern und Kerne. (Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 165, 1916, S. 499—564.)

⁸⁾ *Stigler, R.*, Untersuchungen über den Unterschied der weißen und schwarzen Rasse. (Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte, 85. Vers. in Wien, 21.—28. September 1913, Teil 2, Hälfte 1, 1914, S. 746—747.)

Besprechungen.

Meyer, Hans, Die Barundi. Eine völkerkundliche Studie aus Deutsch-Ostafrika. Leipzig, Otto Spamer, 1916. XVI, 205 S., 1 farbige Karte, 32 Lichtdrucktafeln, 23 Tafeln in Ätzung und 19 Textbilder. Preis geb. M. 12,—.

Das Werk eröffnet glücklich die von *Karl Weule* herausgegebenen Veröffentlichungen des am 1. November 1914 ins Leben getretenen Kgl. Sächs. Forschungsinstituts für Völkerkunde. Die Reise, die Prof. Dr. *Meyer* 1911 in das Zwischenseengebiet unternommen hat, erweist sich als außerordentlich fruchtbar; denn nachdem wir bereits 4 kleinere Veröffentlichungen erhalten hatten und jetzt den stattlichen völkerkundlichen Band in Händen haben, wird uns bereits ein weiteres umfangreiches Werk „Im Lande der Nilquellen“ in Aussicht gestellt. Das Barundiwerk beruht außer auf den eigenen Beobachtungen und Forschungen des Verfassers auf den Studien *van der Burgt*s und Erkundigungen bei Landeskennern; auch

die Aushängebogen von *Czekanowski*s Ruanda konnten noch zum Vergleich herangezogen werden. Ob und in welchem Zustande uns das heute in belgischen Händen befindliche Urundi zurückgegeben wird, wissen wir noch nicht. Wenn sich unsere feste Zuversicht erfüllt, daß es in Bälde wieder deutsch wird, dann werden uns die Meyerschen Werke, die den Zustand kurz vor dem Kriege schildern, als eine Art Inventuraufnahme dienen können, um festzustellen, wie der kongostaatliche Nachbar mit dem Faustpfande umgegangen ist.

Der Einteilung liegt das bewährte Luschansche Schema zugrunde: Land, Leute, Lebensweise, Tätigkeitsgebiete, Seelenleben, Geschichte.

Auf den von Papyrustälern durchfurchten Hochweidegebieten liegen die Gehöfte der 1½ Millionen Barundi, deren Herrenkaste die etwa 40 bis 50 000 Köpfe zählenden Batussi bilden, ein vor etwa 400 Jahren von Norden eingewanderter, rinderweidender Hamitenstamm, der die Sprache der ackerbauenden Bahutu — Grundbantus — angenommen hat. Unter diesen sitzen die Reste der Urbevölkerung, die zwerghaften Batwa, die in Sprache und Kultur auch bereits fast ganz assimiliert sind, so daß wir es im großen und ganzen in Urundi mit Bantukultur zu tun haben. Der Raum verbietet es, auf die Einzelheiten der ebenso tiefgründigen als anschaulichen Darstellung einzugehen. Besonders hervorgehoben seien die Kapitel 7 (Clans, Tolemismus usw.) und folgende, sowie die geschichtlichen Ergebnisse (Kap. 11). Hier ist auch die Zeit der deutschen Verwaltung zur Darstellung gekommen, insbesondere die gegensätzlichen Auffassungen der Residenten *v. Grauert* und *Göhring*, von denen jener sich allzu sehr als ausführendes Organ des „Königs von Gottes Gnaden“ fühlte, dieser mit Erfolg das Prinzip *Divide et impera* zur Anwendung brachte. In der Frage der wirtschaftlichen Nutzarmachung des reichen Vieh- und Siedellandes vermag ich dem Verfasser nicht voll beizupflichten. Das Land war bis in die letzten Jahre hinein noch von der indischen Invasion verschont geblieben; so hätte man den Handel europäischen Kleinsiedlern vorbehalten können, etwa durch die Bestimmung, daß er nur Personen gestattet ist, die im Hauptberufe Landwirtschaft (einschließlich Viehzucht) oder ein Handwerk treiben. Diesen Voraussetzungen genügen bekanntlich die Inder nie. Andererseits ist eine deutsche Kleinsiedlung nur möglich, wenn sie sich, wenigstens in den ersten Jahren, auf den Handel mit den Eingeborenen stützen kann. Die zweite Frage ist die Möglichkeit der Nutzarmachung der Eingeborenen für die Großbetriebe der europäischen Pflanzler. Ich kann nicht zugeben, daß die „Sachsengängerei“ unbedingt zum Ruin der Eingeborenen führen muß. Bei verständiger Organisation, wohlwollender Pflege — Chininprophylaxe — usw. ist es keineswegs ausgeschlossen, die Interessen der Europäer und Eingeborenen in Einklang zu bringen. Auch die Gebirgsvölker können sehr wohl in der Ebene arbeiten: die Zeit ist noch nicht so fern, wo z. B. ein langjähriger Stationschef von Moschi erklärte, daß die Bevölkerung des Kilima Ndjaro sterben müsse, wenn sie an die Küste gehe. Heute aber findet man Wadjagga — und z. B. auch Wahähä — überall an der Küste und in der Ebene, und sie gedeihen ganz gut dabei. Doch das ist noch Ansichtssache. Jedesfalls kann das gut geschriebene, mit ausgezeichneten Bildern und Karten ausgestattete prächtige Werk sowohl dem Kolonialmann wie dem für Völkerkunde interessierten Leser, in jeder Hinsicht empfohlen werden.

Hans Zache, Hamburg.

Froelich, Heinrich, Der Strahlungsdruck als kosmisches Prinzip, Kosmologie und Kosmogonie. Nach dem Tode des Verfassers bearbeitet und herausgegeben von *Artur Mertens*. Bielefeld, H. Breitenbach, 1917. 244 S. und 38 Figuren. Preis M. 4,—.

Der Inhalt dieses Buches steht und fällt mit der falschen Arbeitshypothese, daß der Lichtdruck die Gravitationserscheinungen hervorruft. Der Verfasser ließ sich von dem richtigen Empfinden leiten, daß die verschiedenen Ätherstoßhypothesen von *Lesage, Isenkræbe* u. a., welche man entwickelt hat, um ein physikalisches Bild für die Wirkung der Massenanziehung zu gewinnen, an dem Übelstande leiden, daß sie Neues nicht minder Hypothetisches voraussetzen müssen, um die Schwierigkeiten der Newtonschen Theorie zu beseitigen. Er hätte sich aber leicht an der Hand der verschiedenen Untersuchungen von *Schwarzschild, Poynting, Seeliger* u. a. davon überzeugen können, zumal er sich offenbar mit der Literatur eingehender befaßt hat, daß der Lichtdruck, abgesehen von prinzipiellen Argumenten rein quantitativ gar nicht in Betracht kommt, um die Lücke der Ätherstoßtheorien auszufüllen. Es hat darum auch keinen Zweck, auf die Haltlosigkeit der Überlegungen des Verfassers im einzelnen einzugehen, es muß nur auf dieselbe rückhaltlos hingewiesen werden, da sonst in weiteren, mit den Einzelergebnissen dieses Gebietes weniger vertrauten, Kreisen Mißverständnisse entstehen könnten. Im übrigen möchte ich nicht versäumen zu betonen, daß auch der Herausgeber sich mit dem Standpunkt des Verfassers nicht solidarisch erklärt.

Erwin Freundlich, Berlin-Neubabelsberg.

Asher, L., Praktische Übungen in der Physiologie. Eine Anleitung für Studierende. Berlin, Julius Springer, 1916. XII, 200 S. und 21 Figuren. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 6,80.

Der bekannte Berner Physiologe hat uns ein Büchlein bescheert, das zur Anleitung für die Studierenden bei den zweisemestrigen praktischen Übungen im Anschlusse an die Vorlesung bestimmt ist. Einerseits sind es Versuche zur Physiologie des Stoffwechsels, anderseits solche zur Physiologie der Bewegung und Empfindung, welche dem Jünger der Lebenskunde aufgetragen werden. Sehr praktisch ist jedesmal die Aufgabe formuliert, dann werden die erforderlichen Utensilien, Apparate und Reagentien angegeben; endlich wird die Ausführung genau geschildert. Auf eine nähere Beschreibung der Apparate wird verzichtet, hingegen — was ich sehr empfehlen kann — öfters eine schematische Skizze der ganzen Versuchsaufstellung gegeben. In dieser Beziehung könnte eine neue Auflage noch mehr bringen. Auch die Diagramme betreffs Kreislauf und Beinmuskulatur des Frosches sowie betreffs Halsnerven des Kaninchens werden dem Studenten gute Dienste leisten.

Die Gruppierung des Gegenstandes ist die herkömmliche, indem die Lehre vom Blut den Anfang macht, dann die Kapitel Kreislauf, Atmung, Verdauung, Exkretion und Wärmehaushalt folgen. Dieser Einteilung gegenüber habe ich in meinem Unterricht von allgemein-biologischen Gesichtspunkten aus folgende „Umgruppierung“ der vegetativen Physiologie durchgeführt und praktisch bewährt befunden. Ernährung und Verdauung, Resorption, Atmung, Blut, Herz und Kreislauf, innere Sekretion, Gewebestoffwechsel, Lymphbildung, Ausscheidung, Gesamtstoffwechsel. Doch hat die Gruppierung mehr Bedeutung für ein Lehrbuch als für eine Übungsanleitung. — Im zweiten Teil folgen Versuche

über Muskelphysiologie, Plasma- und Flimmerbewegung, allgemeine und spezielle Nervenlehre, Sinnesphysiologie.

Durchweg werden neben biophysikalischen auch biochemische Aufgaben gestellt, so daß dem Studierenden ein gewaltiges, allseitig orientierendes Arbeitspensum aufgetragen wird.

Die Anleitung *Ashers* zeichnet sich durch Originalität, klare Darstellung, präzise Fassung und guten Blick für das Wichtige aus. Sie ist neben den ausführlicheren Praktika, unter denen besonders die Anleitung von *R. F. Fuchs* hervorgehoben sei, durchaus nicht überflüssig, wird vielmehr dem Studierenden — aber auch dem Lehrer bei der Einrichtung und Leitung praktischer Übungen — wertvolle Dienste leisten.

Das Büchlein kann auf das wärmste empfohlen werden.
A. v. Tschermak, Prag.

Hallenberger, Die Framboesia tropica in Kamerun. Beihefte z. Arch. f. Schiffs- und Tropenhygiene Band 20. Beiheft 3. Sept. 1916. Mit 10 Tafeln.

Hallenberger berichtet in seiner klar und verständnisvoll geschriebenen Arbeit über seine in Südkamerun gemachten Erfahrungen und Untersuchungen, die durch den Krieg unterbrochen wurden. *Hallenberger* steht durchaus auf dem nunmehr wohl allgemein geteilten Standpunkt, daß Framboesia von der Syphilis scharf zu trennen ist. Das meist als Primäraffekt angesehene framboesische Geschwür ist eine durch Sekundärinfektion veränderte Muttereffloreszenz. Die typische Muttereffloreszenz ist ein framboesisches Papillom mit zahlreichen Treponemen im Reizserum. Roseolen hat *Hallenberger* im Gegensatz zu *Schöffner* bei Framboesia nicht beobachtet. Die häufigste in Kamerun vorkommende atypische Frühform sind neben lupusähnlichen Herden an der Nase ziszinäre flachfungöse Geschwürbildungen. Die als „Sundu“ bezeichnete Erkrankung hält *Hallenberger* ebenfalls für eine framboesische Periostitis ossificans. Spätframboesische Gelenkerkrankungen sind in Kamerun selten. Die ulcerösen und gumösen Hautprozesse überwiegen stark. Die Auffassung, daß eine starke Durchseuchung mit Syphilis in Südkamerun vorliegt und daß sie häufigen Spätformen der Syphilis zuzurechnen sind, hält *Hallenberger* auf Grund seiner Untersuchungen für nicht zutreffend. Es handelt sich in weitaus den meisten Fällen um Framboesieformen. — Eine Unterscheidung von Lues und Framboesia durch die *Wassermann*-Reaktion ist nicht möglich. Dagegen zeigt sich histologisch sowohl im Früh- als Spätstadium ein durchgreifender Unterschied insofern, als bei Lues die klassische syphilitische Gefäßveränderung nachzuweisen ist, während sie bei Framboesia nur in schwacher Andeutung vorkommt oder ganz fehlt. Andere histologische Differenzierungsmerkmale sind nach *Hallenberger* unzuverlässig.

Ein besonderes Kapitel ist der Rhinopharyngitis mutilans gewidmet, die *Hallenberger* auf Grund der serologischen und histologischen Untersuchungen ebenfalls der Framboesia zurechnet. — 15 gutgelungene Tafeln ergänzen die wertvolle Arbeit.

Carl Bruck, Altona.

Sharp, L. T., Grundlegende Beziehungen zwischen gewissen löslichen Salzen und Bodenkolloiden. *University of California Publications in Agricultural Sciences* Bd. 1, Nr. 10, S. 291—339, 29. April 1916.

Der Titel dieser Abhandlung verspricht mehr, als ihr Inhalt hält. Das ist wohl besonders durch den Umstand bedingt, daß der Verfasser auf dem Gebiet der Kolloid-

forschung im allgemeinen, wie der Bodenkolloide im besonderen kaum das Maß von Kenntnissen besitzen dürfte, die zu ausreichender Verarbeitung von auf diesem schwierigen Neulande der Wissenschaft ausgeführten Untersuchungen befähigen. So bleiben nur einzelne Versuchsergebnisse übrig, die zum nicht geringen Maße bereits Bekanntes wiederholen. L. T. Sharp hat mit einem tonigen Lehm Versuche ausgeführt, um die Wirkung von Kochsalz, von Natriumsulfat und Soda auf Böden näher kennen zu lernen. Bekanntlich finden sich in den ariden Gegenden der Vereinigten Staaten von Nordamerika, zu denen Kalifornien gehört, nicht wenig Salzlandereien, was zu Sharps Untersuchungen letzten Endes die Veranlassung gegeben hat. Wie sonst bekannt, ergab auch bei Sharps Untersuchungen die Behandlung des Bodens mit den genannten Salzen und nachfolgende Auswaschung derselben ein weitgehendes Zusammenschlämmen des Bodens. Es entspricht dies den von vielen früheren Forschern beobachteten Erscheinungen, die sich als Folge von Meerwasserüberschwemmung oder entsprechender Behandlung von Boden im Laboratorium u. dgl. ergeben. Der Zusammenschlämmung gleichgerichtet erwies sich auch die Verminderung der Durchlässigkeit des Bodens für Wasser. Bei Soda war die Auswaschung des Salzes nicht ebenso bedingend für die erwähnte Bodenverschlechterung, sondern dieselbe trat auch ohne Auswaschen des Salzes ein. In gleicher Weise wie für die genannten älteren Untersuchungen läßt sich auch für die Beobachtungen Sharps die Erklärung dadurch geben, daß die von den Bodenkolloiden stark adsorbierten Hydroxylionen diesen eine gesteigerte elektrische Ladung negativen Sinnes geben, und derart ihnen größere Beständigkeit in Aufschwemmung und ein vermehrtes In-Lösung-Gehen im Bodengefüge selbst ermöglichen, wodurch die Bodenkrümel zerfallen und der Boden zusammenschwimmt. Soda gibt bereits mit Wasser in ausreichender Weise die hierzu nötigen Hydroxylionen. Die beiden anderen Salze setzen sich unter dem Einfluß der Bodenkohlensäure mit dem kohlensauren Kalk des Erdbodens um, wobei gleichfalls Hydroxylionen gebildet werden. Solange indes die Konzentration des Kochsalzes — bzw. etwas weniger des Natriumsulfats — noch eine größere ist, wird die Konzentration der Hydroxylionen zurückgedrängt, da das Kochsalz im Verein mit Kohlensäure bei etwas stärkerer Konzentration die Neigung besitzt, das vermehrte Auftreten von Wasserstoffionen zu begünstigen, wie Bodländer seinerzeit in der Zeitschrift für angewandte Chemie genauer dargelegt hat. Daher tritt die Hydroxylionenkonzentration in für den Erdboden schädlichem Umfange erst hervor, wenn der größte Teil des Kochsalzes wieder ausgewaschen ist und die Bildung der Hydroxylionen ungehindert in gewissem Umfange stattfinden kann. Entsprechend diesen, auch in der zweiten Auflage von des Referenten Buch „Die Bodenkolloide“¹⁾, die in einigen Monaten erscheinen dürfte, näher ausgeführten Verhältnissen zeigt bei Sharp noch Behandlung eines Bodens mit Kochsalz ohne Beseitigung desselben eine Steigerung der Durchlässigkeit, ausgenommen eben bei sehr verdünnten Kochsalzlösungen. Die weiteren Beobachtungen des Forschers, die zum Teil durch die Beobachtung der Versteifung von Giesschlickern in der Tonindustrie und damit zusammenhängende Forschungsergebnisse neuerer Zeit in ähnlicher Weise leicht zu erklären sind, bieten ihm, da er eben offenbar die neueren Grundlagen der Bodenkolloidforschung wenig

beherrscht, unüberwindliche Schwierigkeiten in der Deutung, wobei er nicht selten zu recht irrtümlichen Ansichten gelangt. Die ganze Abhandlung zeigt, wie häufig Arbeiten, die wesentlich im Hinblick auf einen bestimmten praktischen Zweck ausgeführt worden sind, mehr oder weniger unfruchtbar bleiben müssen; wirklich in wissenschaftlichem Interesse unternommene und bearbeitete Untersuchungen fördern dagegen nicht nur die Forschung, sondern gestatten häufig, praktische Fragen nahezu mühelos zu klären. Natürlich ist es dabei unerlässlich, daß die gewählten Forschungsgebiete, zumal auch hinsichtlich der bisherigen Erfolge und Ergebnisse, möglichst völlig beherrscht werden.

Paul Ehrenberg, Göttingen.

Führer durch das Schaumuseum des Königl. Botanischen Museums in Berlin-Dahlem. I. *Führer durch die biologische Abteilung, die große Halle des Erdgeschosses und die pflanzengeschichtliche oder paläobotanische Abteilung.* Von Dr. K. Krause, Assistent am Königl. Botanischen Museum. 1915. 51 S. II. *Führer durch die pflanzengeographische und die koloniale Abteilung.* Von demselben. 1916. 87 S. Beide mit einem Vorwort über die Aufgaben und die Einrichtung des Museums von A. Engler, Direktor des Königl. Botanischen Gartens und Museums. Berlin-Dahlem, Selbstverlag des Botanischen Museums. Preis je 50 Pf.

Führer zu einem Rundgang durch die Gewächshäuser des Königl. Botanischen Gartens. Von A. Engler, Direktor des Königl. Botanischen Gartens und Museums. Mit einem Plane der Schauhäuser. Berlin-Dahlem, Selbstverlag des Königl. Botanischen Gartens. 1916. 52 S. Preis 50 Pf.

Das Botanische Museum in Dahlem ist nebst dem Botanischen Garten, einem der größten der Erde, zu einer hochbedeutenden Lehr- und Forschungsanstalt geworden, an der Gelegenheit zu botanischen Studien der verschiedensten Art gegeben ist. In dem Vorwort, das der Begründer und Leiter dieser Institute, Geheimrat Engler, den beiden Führern durch das Schaumuseum beigegeben hat, nennt er unter den Aufgaben eines botanischen Museums auch die, daß es den Studierenden und jeder Belehrung suchenden Person in einer Schauabteilung einen Überblick geben solle über die wichtigsten Erscheinungen des Pflanzenlebens, der Pflanzengeschichte, der Pflanzenverbreitung und der Verwendung der Pflanzen. Diesem Zwecke dient die prachtvolle Schausammlung, die in dem Dahlemer Museum im Laufe der letzten Jahre eingerichtet worden ist, in ganz vorzüglicher Weise. Um ihre noch allzu wenig bekannten Schätze dem Beschauer besser nutzbar zu machen, sind die beiden Führer veröffentlicht worden, denen noch ein dritter für die Nutzpflanzen und ein vierter für die systematische Abteilung folgen soll. Die Objekte und bildlichen Darstellungen der „biologischen Abteilung“ erläutern den Bau und die Lebensvorgänge der Pflanzen. In der „großen Halle“ sind verschiedene Gegenstände aufgestellt, die wegen ihrer Größe nicht in den anderen Räumen untergebracht werden konnten, besonders Stämme bemerkenswerter Bäume, Palmblätter usw. Die „pflanzengeschichtliche Abteilung“ enthält eine nach den geologischen Formationen angeordnete Sammlung fossiler Pflanzenreste, die im wesentlichen dazu dienen soll, die ausgestorbene Pflanzenwelt in ihren Beziehungen zur Gegenwart ins Licht zu setzen. Die große pflanzengeographische Abteilung ist nach den Florenreichen, Gebieten, Provinzen

¹⁾ Bei Th. Steinkopff, Dresden-Blasewitz.

und Unterprovinzen, die Kolonialabteilung nach den deutschen Schutzgebieten geordnet.

Diese Führer bringen nicht eine bloße Aufzählung der ausgestellten Objekte und Abbildungen, sondern erläutern sie in zusammenhängender Darstellung; es sind förmliche kleine Lehrbücher, deren sorgfältiges Studium jedem Besucher des Museums dringend anzuraten ist. Man kann sich mit ihrer Hilfe auf die Besichtigung einer bestimmten Abteilung zweckmäßig vorbereiten und durch geeignete Benutzung auch nachher den größtmöglichen Vorteil aus den Besuchen ziehen.

Bei dem großen allgemeinen Interesse, dessen sich die exotische Pflanzenwelt der Schauhäuser des Botanischen Gartens erfreut, wird das Erscheinen eines Führers durch diese großartige Anlage ganz besonders willkommen sein. Für ihn gilt dasselbe, was für die Museumsführer gesagt ist: es ist kein trockener Katalog, sondern eine fortlaufende Darstellung von lehrreichem, oft fesselndem Inhalt. Wie die anderen Hefte, so sei auch dieses der allgemeinsten Benutzung lebhaft empfohlen.

F. Moewes, Berlin.

Fritz, M., Geschichte des Tier- und Pflanzenreiches. 2 Wandtafeln. Wien, A. Pichlers Wittve & Sohn, 1916. Preis je K. 4,— = M. 3,40.

Auf zwei Wandtafeln, von denen die eine die wirbellosen Tiere und Pflanzen, die andere die Wirbeltiere umfaßt, stellt Verf. die Entwicklung der wichtigsten Gruppen von Lebewesen schematisch durch rote Striche dar, die nicht bloß die Lebensdauer deutlich erkennen lassen, sondern auch die wechselnde stärkere oder geringere Entwicklung. Das ganze ist ein recht gutes Anschauungsmittel für den paläontologischen Unterricht. Die systematischen Gruppen schließen sich zumeist an die in *Zittels* Handbuch gebrauchte Einteilung an, doch sind auch neuere Funde dabei berücksichtigt, so die der ältesten Eidechsen und Frösche, durch die deren Lebensalter als viel höher erwiesen worden ist, als man das früher annahm. Immerhin könnten die Tafeln in dieser Hinsicht noch in einigen Punkten verbessert werden. So sind auf ihnen die karbonischen Reptilien noch nicht berücksichtigt, bei den Anthropomorphen nicht die alttertiären Formen aus Ägypten. Auch wäre es wünschenswert, daß stellenweise doch von der alten Systematik abgegangen würde. So müßte bei den Reptilien unbedingt die Unterklasse der Cotylosaurier (Urreptilien) eine besondere Darstellung finden, zumal es sich um eine stammesgeschichtlich außerordentlich wichtige Gruppe handelt.

Th. Arldt, Radeberg.

Kammerer, Paul, Naturforscherreisen zu den Felsen- und Inseln Dalmatiens. Wien, Volksbildungshaus Wiener Urania, 1917. 3. Band der Urania-Bücherei. VII, 96 S. und 19 Abbildungen, meist nach photographischen Uraufnahmen, und eine Kartenskizze. Preis in Pappband Kr. 1,30 = M. 1,—.

Der Hauptteil des Bändchens ist erfüllt von der Schilderung dreier im wesentlichen zoologischer Forschungsfahrten nach süd-dalmatinischen Inseln, Eilanden und Klippen. Die Darstellung ist stellenweise schriftstellerisch nicht ohne Reiz, sachlich ist das Buch von geringem Belang. Die Seite 53—56 eingestreuten Bemerkungen über die Kalkalgen- (Nulliporen-) Bänke des dalmatinischen Inselmeeres und der Vergleich dieser Bänke mit den Korallenriffen der tropischen Küsten haben ein Zug um Zug erphantasiertes Bild ergeben. Schon die Unterschrift des Naturgemäldes „Gemeinschaft (Biozönose) der selbsterzeugten Wasser-

wirbel“ ist verfehlt. Doch lohnt es nicht, das Gewirr von falschen Beobachtungen und irrtümlichen Deutungen aufzulösen. Gut sind manche Bemerkungen über das Vorkommen von Eidechsen auf den Inseln, Scoglien und Klippen, und einige brauchbare Gedanken stecken auch in dem Schlußkapitel über die Natur der Inseln. So erscheint besonders der Nachweis von der biologischen Verschiedenheit der Inseln bei nahezu vollkommener Gleichheit in der Gestalt deutlich herausgearbeitet, — eine Gleichheit, die sich bei genauerer Verfolgung des Wechselspiels zwischen den erdgeschichtlichen und den geophysikalischen Kräften immer als Verschiedenheit entschleierte.

Thilo Krumbach, Rovigno.

Osborn, The care of Home Aquaria. New York, Published by the New York Zoological Society, March, 1914. 63 S., 30 Bilder nach Photographien.

Ein Band der New York Aquarium Nature Series. Eine gute Anweisung, wie man sich Zimmeraquarien allereinfachster Art einrichten soll. Der Verfasser empfiehlt besonders die balancierten Aquarien — mit Tieren und Pflanzen besetzte kleine Behälter, die sich ohne jeden Apparat (ohne Leitung und Durchlüftung) und ohne besondere Eingriffe „von selbst“ erhalten. Die ersten derartigen Daueraquarien hat, nach *Osborn*, *Robert Warrington* in Manchester in England 1850 beschrieben, und dann hat besonderes Verdienst um den Ausbau des Gedankens *Philip Henry Gosse*, 1854. Es freut mich, in *Osborn* einen so eifrigen Vertreter des Gedankens zu sehen. Ich habe selbst gelegentlich Vorschriften für die Einrichtung solcher kleiner Daueraquarien gegeben. Bedenken habe ich nur vor den Abbildungen: die Besetzung ist durchweg zu reich, und es fehlt an dem Gefühl dafür, was man natürlicherweise miteinander halten darf, und auch etwas an Geschmack.

Thilo Krumbach, Rovigno.

Deutsche ornithologische Gesellschaft. Berichte über die Sitzungen im ersten Vierteljahr 1917.

In der Sitzung am 8. Januar hielt Dr. *Heinroth* einen Vortrag über „Beziehungen von Alter, Geschlecht und Jahreszeit auf den Federwechsel der Vögel“. Der Vortragende wies darauf hin, daß die allgemein üblichen Bezeichnungen „Herbst- und Frühjahrsmauser“ ungenau sind, da erstere nicht in unsere Herbstmonate, sondern bereits in den August, also in den Hochsommer fällt, und letztere nicht im Frühjahr, sondern schon im Februar stattfindet. Die Bezeichnungen „Herbst-“ und „Frühjahrsmauser“ werden also besser durch „Winter-“ und „Sommermauser“ ersetzt. Das Studium der Mauser, über die die Literatur nur sehr spärliche und unvollkommene Angaben enthält, ist sehr schwierig, da einmal in den Museumssammlungen nur wenig Mauservögel vorhanden sind und andererseits den Ergebnissen, die aus Beobachtungen an gefangenen Vögeln hervorgehen, manche Fehlerquellen zugrunde liegen, da die Gefangenschaft den Gefiederwechsel der Vögel häufig abändert. So mauserte ein Brillenpinguin im Berliner zoologischen Garten im ersten Jahre seiner südlichen Heimat entsprechend im Dezember, in den späteren Jahren aber unter dem Einfluß des nördlichen Klimas im Sommer. Der Vortragende besprach dann die Mauserverhältnisse der einzelnen Vogelgruppen. Die meisten Vögel kommen

bedeutet aus dem Ei, nur wenige, wie z. B. Grasmücken, Rohrsänger und Sperlinge, sind nackt. Bei den Eulen wird das erste Dunenkleid noch durch ein zweites Dunengefieder ersetzt, in dem sie das Nest verlassen und flugfähig werden. Auf das Dunenkleid folgt das Jugendkleid, das häufig vom Alterskleide verschieden ist. Viele Hühnervögel besitzen beim Ausschlüpfen aus dem Ei bereits gebrauchsfähige Flügelfedern, die sie zum Aufbaumen befähigen, worin ein vorzüglicher Schutz gegen die Nachstellung durch Raubtiere liegt. Beim Wechsel des Jugendkleides mit dem zweiten Kleide erstreckt sich die Mauser bei manchen Vogelarten nur auf das Kleingefieder, bei anderen auf das gesamte Gefieder. Zu ersteren gehören die meisten Singvögel, die Enten, Möwen, Rallen, zu letzteren die Stare, Sperlinge, Lerchen, Schwanzmeisen, Spechte, manche Tauben und Hühnervögel. Eine Ausnahme machen die Viehstelze, die Kohl-, Blau- und Beutelmäuse, die, wie der Vortragende an gefangenen Vögeln beobachtete, außer dem Kleingefieder auch den Schwanz, aber nicht die Flügelfedern vermausern. Da die jungen Schwanzmeisen auch die Schwungfedern erneuern, so ergibt sich daraus, daß die Gattungen *Parus* und *Acredula* sich phylogenetisch nicht sehr nahe stehen können. Der Beginn der ersten Mauser junger Vögel ist recht verschieden. Bei den meisten Vögeln vollzieht sich der Federwechsel bald nach Erlangung der Selbständigkeit. Bei den Spechten setzt sofort nach dem Flüggewerden eine Mauser der Handschwingen ein, während das übrige Gefieder erst einige Wochen später erneuert wird. Die Jungen anderer Vogelarten legen ihr Jugendkleid erst nach einem halben Jahr in der Winterherberge ab. Hierher gehören: Rohrsänger, Schwirle, Schwalben, Ziegenmelker, Segler, Kuckucke, Bienenfresser, Blaurake, Wiedehopf, Turteltaube. Die alten Vögel aller dieser Vogelarten sind ausschließlich Wintermauserer. Diesem Gesetz folgen auch die Jungen, wenn sie ihr Jugendkleid bis zum Winter tragen. — Bei den alten Vögeln finden sich folgende Mauserverhältnisse: 1. Sommermauserer (die meisten Vögel); 2. Sommermauserer mit Kleingefiedermauser im Winter (Bachstelzen, manche Grasmücken, Steinrötel, braunkehliger Wiesenschmätzer, Möwen); 3. Wintermauserer (die bereits genannten Vogelarten); 4. Wintermauserer mit Kleingefiedermauser im Sommer. Einen solchen Fall beobachtete Dr. Heinroth an einem gefangenen Steinschmätzer. — Bei manchen Vogelarten haben nur die Männchen eine doppelte Mauser, wie z. B. bei den Enten, deren Erpel im Sommer ein dem Weibchen ähnliches, unscheinbares Kleid anlegen, das dann im Herbst mit dem Prachtkleid vertauscht wird. Den Erpeln der tropischen Anatiden fehlt merkwürdigerweise das Sommerkleid.

Der Vortragende kam zu dem Schluß, daß sich die Mauserverhältnisse im allgemeinen mit der Systematik in Einklang bringen lassen, daß aber auch manche Ausnahme vorkommt, die auf die Lebensweise der betreffenden Form zurückzuführen ist. So sind z. B. die europäischen Würger als Zugvögel Wintermauserer mit Ausnahme von *Lanius excubitor* L., der als Standvogel dem nördlichen Klima entsprechend im Sommer sein Gefieder wechselt. Die Wachtel, der einzige Zugvogel unter den Hühnern, ist Wintermauserer. Sehr interessant ist die völlig verschiedene Mauser bei den so nahe verwandten Arten *Pratincola rubicola* und *rubetra*. Während Letztere ihr Frühjahrskleid durch zweite Kleingefiedermauser im Süden anlegt, wird bei Ersterer das Frühjahrskleid einfach durch Abreiben der äußeren Federkanten erzeugt. Diese Erscheinung hängt

vielleicht damit zusammen, daß *P. rubicola* weniger ausgesprochener Zugvogel ist als *rubetra*. —

Im Anschluß an den Vortrag Dr. Heinroths wies Geheimrat Reichenow auf die merkwürdige Mauser der Nashornvögel hin, bei denen das Weibchen, während es eingemauert in der Nisthöhle brütet, sein Gefieder erneuert. — Major von *Lucanus* teilte mit, daß er im Gegensatz zu der sonst verbreiteten Annahme, daß die größeren Papageien keine periodische, sondern eine über das ganze Jahr sich erstreckende Mauser haben, an Jakos, Kakadus und Araras eine regelmäßige Sommermauser beobachtet habe. Dr. Heinroth stellte dagegen an freilebenden *Eclectus*-Arten eine zeitlich nicht begrenzte Mauser fest, die sogar mit der Brutzeit zusammenfallen kann. Am Schluß der Sitzung legte Prof. Schalow eine vortreffliche Photographie eines Kranichnestes mit Gelege aus der Mark Brandenburg vor. Das Bild veranschaulicht in herrlicher Weise den Standort des Nestes in der Sumpflandschaft und ist eine selten schöne und wertvolle Natururkunde unserer Heimat.

Sitzung am 5. Februar: Der Vorsitzende Prof. Schalow gedachte zunächst des in Braunschweig verstorbenen Ethnographen O. Finsch, der in früherer Zeit ornithologisch sehr tätig war und sich um die Entwicklung der Ornithologie in Deutschland besonders verdient gemacht hat. Hierauf hielt Prof. Schalow einen Vortrag über die Vogelfauna des Bodenseebeckens. Nach eingehender Schilderung der hydrographischen Verhältnisse, der Mannigfaltigkeit der Bodenkonfiguration des Ufergeländes, sowie der Wasser- und Landflora besprach der Vortragende die Vogelfauna, die infolge sehr günstiger Lebensbedingungen überaus reichhaltig ist. Die flachen, bei Hochwasser vielfach überschwemmten Ufer sowie der an Planktonfauna reiche See bieten den Vögeln sehr ergiebige Nahrungsquellen. Infolgedessen ist das Bodenseegebiet nicht nur von zahlreichen Brutvögeln bevölkert, sondern wird auch von sehr vielen Zugvögeln, besonders nordischen Wasservögeln, als Raststation aufgesucht. Fast alle Arten, die auf ihrem Zuge Deutschland berühren, kommen hier vor. Im allgemeinen trägt die Vogelwelt des Bodenseegebietes das Gepräge mitteldeutschen Faunencharakters, ist aber außerdem spezialisiert durch eine Reihe von Brutvögeln, die den Norden Deutschlands nicht bewohnt. Ferner treten im Winter alpine Formen auf, die aus der Schweiz, dem Jura und den Höhen des Schwarzwaldes einwandern. Von in Deutschland seltenen Vögeln sind bisher folgende Arten nachgewiesen: Flamingo, kleine Sturmschwalbe, Kormoran, Pelikan, Brachschwalbe, Sichler, Kuttengeier, Gänsegeier, Schmutzgeier, Schlangenadler, Goldadler, Schreiadler, Rötelfalke, Abendfalke, Uhu (brütete früher am Hohentwiel und der Bodmanruine), Bienenfresser, Blaurake, Alpensegler (am Münster in Konstanz), Halsband- und Zwergfliegenfänger, Kolkkrabe (jetzt leider fast ausgerottet), beide Formen des Tannenhebers, Alpendohle, Alpenkrähe, Steinsperling, Schneefink, Zitronenzeisig, Zipp- und Zaunammer, Mauerläufer. —

Freiherr Geyr von Schweppenburg machte die Mitteilung, daß nach seinen Beobachtungen alljährlich im Herbst im Rheinland ein starker Zug des Mäusebussards stattfindet. Hunderte dieser Vögel überfliegen in Trupps zu 10 bis 20 Stück den Rhein. Major von *Lucanus* machte darauf aufmerksam, daß aus den Raubvogelberingungen in den preußischen Staatsforsten sich für den Mäusebussard und Sperber eine Zugstraße ergeben hat, die über den Rhein durch Frankreich nach

der Rhonemündung und Spanien führt, die durch die Geyrschen Beobachtungen eine neue Bestätigung erfährt. —

Sitzung am 5. März: Geheimrat Reichenow hielt einen Vortrag über: „Afrika als Winterherberge unserer Zugvögel.“ Er besprach zunächst die verschiedenen Theorien über die Entstehung des Vogelzuges, von denen er die Weißmannsche Hypothese für die beste erklärte. Hiernach sind unsere heutigen Zugvögel nach dem Schwinden der Eiszeit aus südlichen Gebieten im Norden eingewandert. Der Nahrungsmangel im Winter zwang dann die Vögel vorübergehend, ihre frühere Heimat, den Süden, wieder aufzusuchen, woraus sich dann die Erscheinung eines regelmäßigen Zuges entwickelt hat. Die jetzigen Zugstraßen sind demnach die ehemaligen Wanderstraßen, auf denen die Vögel sich nordwärts verbreiteten. Ein treffender Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme sind die Vögel Grönlands, von denen die europäischen Arten Europa, die amerikanischen dagegen Amerika als Winterherberge aufsuchen. Von den 140 europäischen Zugvögeln wandern 90 nach Afrika, von denen 50 Arten in Ostafrika, 34 in Ost- und Westafrika und nur 6 Arten ausschließlich in Westafrika überwintern. Hieraus ergibt sich also eine vorherrschend südöstliche Zugrichtung. In der sich anschließenden Diskussion wies Major von Lucanus darauf hin, daß die Vogelberingungen der Vogelwarte Rossitten und der ungarischen ornithologischen Zentrale im Gegensatz hierzu eine vorherrschend südwestliche Zugrichtung ergeben haben, wobei es sich freilich, wie Geheimrat Reichenow betonte, mehr um Strichvögel als um ausgesprochene Zugvögel handelt, und nur um solche Formen, die nicht das äthiopische, sondern nur das Mittelmeergebiet als Winterherberge aufsuchen. Major von Lucanus meinte, daß es nicht unmöglich sei, daß die Arten, welche bis ins Innere Afrikas wandern, vielleicht auch zunächst eine südwestliche Zugrichtung einschlagen, die sie nach Algerien und Tunis führt, von wo die Vögel dann bei ihrem weiteren Zug durch die Sahara dem von Nordwesten nach Südosten verlaufenden Tassili- und Tarsogebirge, wo sie bessere Lebensbedingungen als in der unwirtlichen Wüste finden, folgen, und daß sie auf diese Weise nach Ostafrika gelangen. F. von Lucanus, Berlin.

Physikalische und technische Mitteilungen.

Ganz unerwartete Ergebnisse hat P. Zeeman bei der direkten optischen Messung der Strömungsgeschwindigkeit in der Achse eines vom Wasser durchströmten Rohres gefunden. Die Messung wurde ausgeführt, um den Fizeauschen Mitführungskoeffizienten, durch den die Änderung der Lichtgeschwindigkeit in strömendem Wasser dargestellt wird, zu bestimmen. Die hierzu benutzte Röhre war 5 m lang und innen 4 cm weit. Zum Zwecke der Messung wurde in ihre Wandung ein Fenster eingesetzt und durch dieses mit Hilfe eines rotierenden Spiegels die Geschwindigkeit von Luftbläschen in dem Wasserstrom, der durch ein enges Lichtbündel in der Achse beleuchtet wurde, gemessen. Die erste Messung ergab eine Geschwindigkeit von etwa 500 cm/sek und, als die Strömungsrichtung des Wassers im Rohre umgekehrt wurde, 580 cm/sek. Dies wies auf sehr verwickelte Strömungsverhältnisse hin, die eine Messung an vielen Punkten des Rohres not-

wendig erscheinen ließen. Da aber die Anbringung vieler Fenster nicht angängig war, so wurde zu diesen weiteren Messungen eine Pitotröhre benutzt, die nach der optischen Methode geeicht war. Diese erforderte zu ihrer Anwendung nur eine kleine Öffnung, die nach jeder Messung leicht wieder geschlossen werden konnte. So ergab sich, daß die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers längs der Achse des Rohres sich in ganz unregelmäßiger Weise änderte und daß diese Änderungen für die beiden Strömungsrichtungen in ganz verschiedener Weise auftraten. Auf der mittleren Strecke des Rohres waren die Geschwindigkeiten für beide Strömungsrichtungen größer als an den Enden des Rohres. Dabei betrug die mittlere Geschwindigkeit für eine Richtung 553,6 cm/sek und für die andere Richtung 548,1 cm/sek. Die Verteilung der Geschwindigkeiten über einen Querschnitt der Röhre zeigte die Gestalt einer Parabel, die an der Wandung einer Geschwindigkeit von 300 cm/sek und in der Achse einer solchen von 550 cm/sek entsprach. Die mittlere Geschwindigkeit des Wassers in der Röhre ergab sich hiernach zu 468 cm/sek. (*Proc. Amsterdam* 19, 125, 1916.)

Von E. Branly wurden Versuche über die Leitfähigkeit der Luft und des Glimmers für Elektrizität angestellt, die durch Untersuchungen über die wechselnde Leitfähigkeit der Empfänger für die drahtlose Telegraphie angeregt worden sind, wobei es sich um den elektrischen Widerstand von Säulen aufeinander geschichteter dünner Glimmerblättchen handelte. Ein Glimmerblättchen in der Stärke von 0,006 bis 0,007 mm wird durch den Strom von 5 bis 10 hintereinander geschalteten Bleiakkulatoren nicht durchsetzt, wohl aber, wenn die Dicke der Glimmerblättchen unter 0,003 mm hinabgeht. Manche dieser sehr dünnen Blättchen wurden leitend, wenn sie einer elektromotorischen Kraft von 1 Volt oder noch weniger ausgesetzt wurden, und wiesen bei genauer Untersuchung in ihrer Oberfläche runde Löcher von sehr geringem Durchmesser auf. Branly untersuchte nun, ob diese Löcher den Durchgang des elektrischen Stromes begünstigen. Er hatte nämlich früher bei Luftzellen von 4, 3, 2 und 1 mm Durchmesser, die zwischen zwei Metallscheiben eingebettet und von durchbohrten Glimmerblättchen gebildet waren, beobachtet, daß sie allmählich leitend wurden. So stellte er sich denn ähnliche Luftzellen her, indem er in Glimmerblättchen von weniger als 0,004 mm Dicke Löcher von 0,5, 0,3 und 0,2 mm Durchmesser bohrte und die Blättchen zwischen Metallscheiben legte. Als Stromquelle für die anzulegende elektrische Spannung benutzte er außer galvanischen Elementen auch Thermosäulen aus Wismut und Silber, deren einzelne Elemente Spannungen bis zu 0,004 Volt erzeugen konnten. Bei den Versuchen wurden die Luftzellen unter den Kolben einer Presse gebracht, der angewandte Druck überstieg in der Regel nicht 10 cm Quecksilber¹⁾. Bei einem der angestellten Versuche war der Durchmesser des Loches in dem sehr dünnen Blättchen 0,2 mm. Seine Unterlage war aus Silber und die Auflageplatte aus Platin. Die Spannung des an die Luftzelle angeschlossenen Daniell-Elementes blieb zunächst wirkungslos, bis nach einer Stunde das Galvanometer stark ausschlug. Hierbei war die Unterlage aus Silber mit dem positiven Pole des Elementes verbunden. Bei Umkehrung der Stromrichtung zeigte

¹⁾ In der Regel konnten die Luftzellen 10 und sogar 24 Stunden der angelegten Spannung ausgesetzt werden, bis schließlich das in den Stromkreis eingeschaltete Galvanometer eine Ablenkung zeigte.

sich kein Ausschlag des Galvanometers. Er trat aber sofort ein, als die Stromrichtung von neuem umgekehrt wurde. *Branly* berichtet noch über mehrere ähnliche Versuche, er findet aber die Erscheinungen noch nicht hinreichend aufgeklärt. Insbesondere meint er, daß der Zustand der äußeren Atmosphäre sie beeinflusse, und will die Versuche in trockener Luft unter vollständigem Einschluß in Glas wiederholen. (*C. R.* 163, 943, 1916.)

Über die Beziehungen zwischen der mechanischen Härtung und der Ausdehnbarkeit des Invars hat *Ch. Ed. Guillaume* Versuche angestellt. Diese Legierung (Stahl mit 37 % Ni) wird wegen ihrer geringen Ausdehnung durch die Wärme zu den Drähten verwandt, mit denen man geodätische Messungen anstellt. Die Drähte sind 1,65 mm dick und werden für ihre Aufbewahrung und zum Transport in Rollen von 500 mm Durchmesser gewickelt. Bei den Messungen draußen im Freien und bei Prüfungen im Laboratorium werden sie einer Zugspannung von 10 kg ausgesetzt, sobald ihre Länge nicht mehr als 50 m beträgt; für größere Längen wird die doppelte Spannung verwandt. Nach dem Ziehen legt man diese Drähte, um möglichst weit von den Grenzen der dauernden Deformationen zu bleiben, in Rollen von 800 mm Durchmesser. Bei solcher Lagerung kann der Invardraht die beiden entgegengesetzten Operationen des Aufwickelns und des Geradestreckens mit den üblichen Zugspannungen innerhalb der Grenzen der elastischen Deformationen überstehen. Beim Geradestrecken wird die innere Faser des Drahtes gedehnt und die äußere zusammengepresst. Durch die Einwirkung der Zugspannung wird dann auch die äußere Faser gedehnt. Die Grundformeln der elementaren Elastizitätstheorie liefern für die bei diesen Operationen auftretenden Deformationen, wenn sie mit den in 800-mm-Rollen gelagerten Drähten vorgenommen werden, folgende Werte, bei denen der Elastizitätsmodul des harten Invardrahtes gleich 16 000 kg/mm² angenommen ist:

Aufwicklung in 500-mm-Rollen . . .	0,0016
Geraderichtung	0,0020
„ und 10-kg-Spannung	0,0023
„ und 20-kg-Spannung	0,0026

Guillaume hat diese Werte durch zwei Reihen von Versuchen anzunähern erstrebt: Durch Aufwicklung und selbsttätige Entspannung der Drähte und durch Geraderichten mittels einer Zugspannung. Bei der ersten Versuchsreihe wurde der Draht auf kleinere und immer kleinere Durchmesser gewickelt und nach jeder Aufwicklung sich selbst überlassen, so daß er seine natürliche Gestalt annehmen konnte. Die Durchmesser d_a und d_e , die er bei der Aufwicklung und bei der Entspannung annahm, lieferten die Grenzwerte für die Deformationen, welche seine äußere Faser hierbei erfuhr und die z. B. bei einem mäßig harten Drahte folgende waren:

d_a	d_e	Deformation
350 mm	820 mm	0,0027
300 „	770 „	0,0033
200 „	497 „	0,0049
100 „	190 „	0,0078

Je kleiner der Durchmesser beim Aufwickeln des Drahtes ist, um so größer werden die Grenzwerte der Deformationen, welche er entsprechend seinem Durchmesser bei der Entspannung erleidet. Die Deformationen für die größeren Durchmesser nähern sich denen der ersten Tabelle, und man sieht ein, daß ein Draht, der auf einen Durchmesser von 500 mm gewickelt ist, bei der Streckung durch einen 20-kg-Zug keine dauernde

Änderung erfährt. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß bei halbhartem Drahten unter einer Zugspannung von 30 kg dauernde Verlängerungen von der Ordnung 10⁻⁶ auftreten. Die Erfahrung hat ferner gezeigt, daß durch Aufwickeln des Drahtes auf einen kleinen Durchmesser und durch Messung des von ihm nach der Entspannung angenommenen Durchmessers ein gutes relatives Maß für seine Härtung gegeben ist. Nimmt der Draht nach Aufwickeln auf einen Durchmesser von 100 mm bei der Entspannung einen Durchmesser von 180 mm an, so ist er gerade genügend; dehnt er sich auf 220 mm aus, so ist er gut, und bei Ausdehnung über 220 mm hinaus ausgezeichnet. Ein Invardraht mit einem Gehalt von 0,22 % C erreichte bei der Entspannung sogar einen Durchmesser von 300 mm. Die Anwendung dieser Methode hat gezeigt, daß die Drähte durch Ziehen eine größere Härte annehmen, wenn sie aus einem angelassenen Material gezogen werden als aus einem abgeschreckten. Die Wirkung der Abschreckung zeigt sich noch, wenn die anfängliche Länge des Drahtes durch das Ziehen verdoppelt wird. Die Härtung tritt beim Ziehen sehr schnell auf. Erreicht die Verlängerung im Ziehen 20 %, so steigt der bei der Entspannung erreichte Durchmesser, der anfänglich 125 und 130 mm beträgt, auf 185 mm; eine Verlängerung um 60 % läßt ihn auf 208 mm ansteigen. Dagegen konnte mit einem Drahte aus demselben Barren, nach erfolgter Abschreckung, bei der Entspannung nur ein Durchmesser von 185 mm erreicht werden. Eine Erwärmung der Drähte auf 100° ändert den Durchmesser bei der Entspannung nicht, dagegen macht sich eine Erhitzung auf 200° schon bemerkbar. Die Ausdehnung des Invars durch die Wärme wird durch die mechanische Härtung verringert. Drahtproben, die aus demselben Barren gezogen, aber verschiedenen Bündeln entnommen waren, lieferten z. B. als Durchmesser der Entspannung und als Ausdehnungskoeffizienten

194 mm	+ 0,081 · 10 ⁻⁶
203 „	+ 0,018 · 10 ⁻⁶
211 „	— 0,010 · 10 ⁻⁶

Die Härtung der Legierung übt also einen merklichen Einfluß auf ihre Ausdehnung durch die Wärme aus. (*C. R.* 163, 741, 1916.)

Die Oxydation der Steinkohlen bei Erwärmung an freier Luft haben *Georges Charpy* und *Marcel Godchaot* untersucht. Werden Steinkohlen bei 100° erhitzt, so vermindert sich ihr Gewicht durch Abgabe von Wasser. Nach etwa 3 Stunden ist die Trocknung vollendet, und nun nimmt das Gewicht wieder zu. Die Zunahme, die immer mit geringer Geschwindigkeit vor sich geht, verlangsamt sich allmählich und wird nach einer Erhitzung von 2½ bis 3 Monaten ganz unmerklich. Die gesamte Zunahme schwankt zwischen 3 und 5 aufs Hundert. Bei anderen Temperaturen bleibt die Erscheinung dieselbe, solange sie unterhalb 150° bleiben. Oberhalb 150° ändert sich die Erscheinung und man beobachtet eine Entwicklung von Kohlensäure, die mit einer Gewichtsverminderung des Brennmaterials verbunden ist. Diese Untersuchungen wurden bei 14 verschiedenen Kohlenarten ausgeführt, die aus dem Kohlenbecken des mittleren Frankreichs stammten, nämlich von Saint-Eloy (Puy-de-Dôme), von Noyant und von Ferrières (Allier). Ihr Feuchtigkeitsgehalt schwankte zwischen 2,72 und 5,40 %; ihr Wärmewert in natürlichem Zustande zwischen 5454 und 7345 Kalorien. Nach der Oxydation betrugen diese Grenzwerte 5150 und 6859 Kalorien. Die Abnahme schwankte

also zwischen 3 und 13 % bei den verschiedenen Sorten. Der Aschegehalt, welcher zwischen 11,75 und 33,00 % lag, wurde durch die Oxydation ebenso wenig verändert wie der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, der sich zwischen 23,67 und 33,25 % bewegte. Wenn man bedenkt, daß die Oxydation der Steinkohlen vielfach beim Lagern schon vor sich geht und manchmal schon in der Grube beginnt, so muß man zu der Überzeugung kommen, daß die in der Praxis oft übliche Abschätzung des Wertes einer Kohle allein nach ihrem Gehalte an Asche und flüchtigen Bestandteilen zu schweren Irrtümern führen muß. So hatten zwei der untersuchten Proben fast den gleichen Aschegehalt, nämlich 13 und 13,5 %, und auch fast den gleichen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, nämlich 24,75 und 25 %, ihre Wärmewerte betrugen aber 7617 und 6625 Kalorien, unterschieden sich also um 991 Kalorien, d. h. um 13 %. Hiernach ist es unbedingt notwendig, die Wärmewerte der Kohlen selbst zu bestimmen (*C. R.* 163, 745, 1916).

Mit einem von Schott und Genossen in Jena hergestellten **Salpetersatz für Glasschmelzen** hat *L. Springer* im Laboratorium der Fachschule für Glasindustrie in Zwiesel Versuche angestellt. Die Zusammensetzung dieses Präparates, das Arsenverbindungen enthält, darf im Landesinteresse während der Kriegszeit nicht veröffentlicht werden. Seine Wirkung beruht auf der Abspaltung von Sauerstoff bei höherer

Temperatur, so daß eine niedrigere Oxydationsstufe des Arsens zurückbleibt, welche sich nicht verflüchtigt. Durch den abgespaltenen Sauerstoff wird das das Glas stark und blaugrün färbende Eisenoxydul in das das Glas schwächer und heller färbende Eisenoxyd umgewandelt. Bei den Versuchen, die teils in einem Laboratoriumsofen in kleinem Maßstabe, teils im Ofen einer Glashütte in betriebsüblichen Mengen ausgeführt wurden, erhielten Glasschmelzen, die durch Eisenverbindungen stark blaugrün gefärbt waren, Zusätze von etwa 1 % des Salpetersatzes. Er erwies sich hierbei als ein sehr gutes Entfärbungsmittel, mit dem sich ohne Zusatz irgend eines anderen Oxydations- oder Entfärbungsmittels bei einem Sodakalkglas ein fast rein weißes, sehr helles Glas erzielen ließ. Infolgedessen braucht man von den gewöhnlichen Entfärbungsmitteln, wie Braunstein, nur noch eine geringe und viel kleinere Menge zuzugeben. Da ein größerer Zusatz von Entfärbungsmitteln dem Glase, wenn auch eine gute Entfärbung, so doch einen dunkleren Stich erteilt, so besteht der Vorteil des neuen Präparates vor allem darin, daß man infolge des geringeren Zusatzes von anderen Entfärbungsmitteln ein viel helleres Glas erwarten darf. Eine ähnliche Wirkung wie auf Sodakalkgläser zeigt das Präparat bei Pottaschekalkgläsern, Glaubersalzgläsern und Bleigläsern (*Sprechsaal* 44, 167 u. 383, 1916).

M.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Physikalische Zeitschrift; Heft 5, 1917.

Die Konstitution der Mischkristalle; von *L. Vegard* und *H. Schjelderup*. Die Arbeit enthält eine experimentelle Bestimmung der inneren Struktur der Mischkristalle mit Hilfe der von *Laue* entdeckten Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallen. Mischungskristalle von KCl und KBr werden mit Hilfe der Bragg'schen Reflexionsmethode untersucht, und es wird die folgende Konstitution gefunden: Ein Mischkristall ist aus Elementargittern, die alle von derselben Größe sind, zusammengesetzt. Jedes Elementargitter aber ist aus den zwei entsprechenden Komponenten (z. B. Cl und Br) des Mischkristalls aufgebaut. Aus dem Fehlen neuer Reflexionsmaxima schließen die Verfasser, daß die Anordnung der beiden Atomsorten in einem Elementargitter nicht eine regelmäßige sein kann.

Zur Quantelung der Hohlraumstrahlung; von *A. Rubinowicz*. Vom Standpunkte der von *Sommerfeld* für mehrere Freiheitsgrade begründeten und von *Schwarzschild* und *Epstein* weitergebildeten Quantenlehre wird die in einen Jeansschen Würfel eingeschlossene Hohlraumstrahlung einer Quantelung unterzogen. Es lassen sich hier nämlich kanonische Veränderungen angeben, für die die zugehörige Hamilton-Jacobische partielle Differentialgleichung durch Separation der Variablen lösbar ist. Die Rechnung zeigt, daß die Energie auf die einzelnen Freiheitsgrade der Strahlung nur nach Energiequanten $h\nu$ verteilt sein kann, wie dies *Debye* bei seiner Ableitung der Planckschen Strahlungsformel angenommen hatte. Damit ist bewiesen, daß auch, wenn die neue, verallgemeinerte Quantenlehre zum Ausgangspunkte der Überlegungen genommen wird, der Debyesche Weg zur Begründung des Planckschen Strahlungsgesetzes immer noch unverändert gangbar und völlig beweiskräftig bleibt.

Bemerkung zur Ionisierung der Gase durch Wärmebewegung; von *F. v. Hauer*. Anknüpfend an eine frühere Mitteilung des Verf. wird auf eine Entgegnung *H. Wolfkes* erwidert und gezeigt, daß sich die früher

gegebene Formel für die von Herrn *Wolfke* angenommene Ionisierung, die aber nicht experimentell nachgewiesen ist, erweitern läßt.

Widersprüche gegen die Wellenkinematik; ihre Auflösungen; von *K. Uller*. Die bisherige Auffassung, daß Wellen, soweit sie in konservativen Körpern verlaufen, umkehrbar seien, wird als unhaltbar nachgewiesen. Die Umkehrbarkeit in der Newtonschen Mechanik wird erklärlich, wenn man ihre Gleichungen als entartete Spannungsgleichungen auffaßt.

Das Interferenzprinzip; von *K. Uller*. Der oberste Satz der Wellenkinematik muß heißen: Wellen lassen sich nicht überlagern zu einer Welle; Wellen interferieren. Es wird der kinematische Ausdruck für Wellen von elementarer Schwingungsform entwickelt. Die Unumkehrbarkeit einer jeglichen Fortpflanzungserscheinung in Mitteln, die in beliebiger Bewegung sind, erweist sich als eine Folge des kinematischen Interferenzprinzips und somit als unabhängig von der Natur des Vorgangs.

Physikalische Zeitschrift; Heft 6, 1917.

Theorie der Röhrenfedermanometer; von *Hans Lorenz*. Aus der Formänderungsarbeit der durch Innendruck aufgeblähten Röhrenfeder wird deren Aufbiegung berechnet und dem Drucke proportional nachgewiesen. Am Schlusse wird noch eine Näherungslösung gegeben und mit Erfahrungswerten verglichen.

Zur Quantentheorie der Strahlung; von *A. Einstein*. Ein im Sinne der Bohrschen Theorie der Spektra emittierendes und absorbierendes Gas ist, wie früher gezeigt wurde, mit Planckscher Strahlung im Strahlungsgleichgewicht; dies Resultat wird erhalten, wenn über die Elementarprozesse der Emission und Absorption die nach der Quantentheorie naheliegenden Hypothesen zugrunde gelegt werden. Jene Elementarprozesse bringen aber auch einen Impulsaustausch zwischen Strahlung und Molekülen mit sich, beein-

flussen also die fortschreitende Bewegung der Moleküle. Damit diese Einflüsse das thermische Gleichgewicht des Gases nicht stören, müssen die Elementarvorgänge der Emission und Absorption räumlich vollkommen *gerichtete* Vorgänge sein, derart, daß bei jedem Elementarvorgang, bei welchem Strahlung von der Frequenz ν ausgetauscht wird, ein Impuls von der

Größe $\frac{h\nu}{c}$ auf das Molekül übertragen wird (h = Plancks Konstante; c = Lichtgeschwindigkeit).

Über Schwärzungsparabeln der Kanalstrahlen auf Trockenplatten; von M. Wolfke. Dem Verf. ist es gelungen, auf photographischen Trockenplatten scharfe Schwärzungsbilder der elektrisch und magnetisch abgelenkten Kanalstrahlen zu erhalten. Es werden die dazu notwendigen Versuchsbedingungen näher beschrieben.

Widersprüche gegen die Wellenkinematik; ihre Auflösungen. II.; von Karl Uller. Aus dem Interferenzprinzip muß gefolgert werden, daß eine Welle auch nicht in Gedanken aus Elementarwellen aufgebaut werden darf. Infolgedessen ist die bisherige Deutung des Huygens-Kirchhoffschen Prinzips unstatthaft. Dies hat in Wahrheit mit dem Interferenzprinzip nichts gemein. Der genannte Oberflächensatz ist vielmehr ein Kunstgriff, der darin besteht, daß über die zu berechnende Welle eine einpolige Welle überlagert gedacht wird, mit deren Hilfe dann die zu berechnende Welle im Pol angebar ist, wenn beide an einer Oberfläche bekannt sind. — Das Huygens-Kirchhoffsche Verfahren ist im Wesen verschieden von einem Parametervorgehen, das skizziert wird.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 30. März 1917.

Zur Theorie des Rotationsspektrums; von Max Planck.

Notiz, betreffend die Emission sekundärer Röntgenstrahlen; von Alex. Müller. Ausgehend von einer von Glocker (R. Glocker, Phys. ZS. 17, 488, 1916) aufgestellten empirischen Gleichung $K_k = 3,3 \cdot \delta \cdot z$ (K_k = Maximalwert des sekundären Strahlungskoeffizienten der K-Strahlung, δ = Dichte, z = Stellenzahl des Elementes) wird, unter der Annahme, daß die sekundäre Energie in Quanten $h\nu_k$ emittiert werde und daß die Anzahl der Emissionen der primären Energie E proportional sei, die Anzahl der pro Atom, Zeit- und Energieeinheit im Mittel stattfindenden Emissionsakte berechnet, und zwar für den Fall, daß die K-Strahlung mit ihrem maximalen Betrag eingewirkt hat. Es zeigt sich, daß diese Anzahl vom Atomgewicht beinahe unabhängig ist (für den Gültigkeitsbereich $z = 24$ bis 29 [Chrom bis Kupfer] der empirischen Gleichung). Die Zahl der im Mittel von einem Atom in der Zeiteinheit emittierten Quanten ist

$$n \sim 6,5 \cdot 10^{-13} \cdot E \quad (E \text{ in Erg/cm}^2 \text{ sec}).$$

Es wird auf den kleinen Gültigkeitsbereich der empirischen Gleichung hingewiesen und bemerkt, daß eine Erweiterung des experimentellen Materials von Interesse sein dürfte.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Heft 3, März 1917.

Ein Instrument zur Konstruktion von Hyperbeln; von Adolf Hnatek. Zwei der beiden Brennstrahlen bildende Stangen sind mit dem einen Ende in den beiden gegebenen Brennpunkten drehbar befestigt, andererseits laufen beide durch einen den Zeichenstift tragenden Schlitten, der an ihnen verschoben werden kann. In gleichen Abständen von diesem Schlitten sind auf den Brennstrahlen die zwei gegenüberliegenden Ecken eines Rhombus befestigt. Eine Gerade durch die beiden anderen Ecken des letzteren geht als Halbierende des Winkels zwischen den Brennstrahlen am Schlitten stets durch die Schlittenmitte. Ersetzt man sie durch eine am

Schlitten befestigte durch die entsprechenden Rhombusecken gleitende Zugstange und stellt man an den Leitstrahlen deren Differenz ein, so ist jeder Hyperbelpunkt durch zwei geometrische Bedingungen festgelegt und der Hyperbelast durch Herabziehen des Schlittens mit der Zugstange längs der beiden Brennstrahlen in einem Zuge konstruierbar.

Formeln zur Berechnung dreifach verkitteter Anastigmaten; von Arthur Kerber. Zur Korrektur der dreifach verkitteten Anastigmaten von bekannter Grundform werden strenge Formeln abgeleitet, ebenso Korrektionsformeln für die Änderung der Radien beim Übergang zu Ersatzschmelzen. Als Beispiel wird ein Doppelanastigmat vom Dagortypus aus lauter bläschenfreien Gläsern mitgeteilt und sein Korrektionszustand besprochen.

Meteorologische Zeitschrift; Heft 2, Februar 1917.

Verdunstungsmenge, Verdunstungskälte und Dampfhunger; von W. Köppen. Nach Beobachtungen auf einer Reihe von Stationen in den Tropen und Subtropen scheint die Verdunstungsmenge dem Sättigungsdefizit unter sonst gleichen Umständen proportional zu sein und daher wie dieses durch das Psychrometer gemessen werden zu können, wenigstens in relativem Maß.

Jährliche Hörbarkeitsperiode des Geschützdonners und seine größten bisherigen Reichweiten; von W. Brand. Der Kanonendonner verstummt, wenigstens im äußeren Hörbereich, von April wie Mai ab im Sommer und setzt erst in der zweiten Septemberhälfte wieder ein; Maximum im Winter. Ursache sind vermutlich Änderungen in den Temperatur- und Windverhältnissen der unteren Atmosphärenschichten, Verschwinden der Inversionen oder Inhomogenität der Atmosphäre in horizontaler Richtung, vielleicht auch der Inversionen selber. — Gegenüber den Berichten aus dem ersten Kriegsjahre ist die Reichweite z. B. bei der Verdunoffensive bedeutend, bis auf 400 km gestiegen. Neben der gesteigerten Artillerietätigkeit sind hierfür noch weitere Faktoren maßgebend, Resonanz geeigneter Stellen des Luftmeeres und andere.

Die Bestimmung des jährlichen Firniederschlages durch Schneefärbung und Wägung; von A. de Quervain. Die noch bestehende große Unsicherheit über den Niederschlag in der Hochregion der Alpengletscher glaubt der Verf. verringern zu können durch direkte Bestimmung des jährlichen Schneezuwachses (ca. 2 bis 5 m) und der Schneedichte auf weiten Firnfeldern. In der Umgebung einer hohen Meßstange wird die Herbstoberfläche gefärbt und im nächsten Herbst mit einer Churchschen Sonde erbohrt. Verf. hat seit 1914 diese Methode mit Unterstützung der Züricher Gletscherkommission in der Ostschweiz mit Erfolg anwenden können.

Das Summen der Telegraphendrähte; von M. Robitzsch. Das an sich alte Problem des Summens der Telegraphendrähte, das in den letzten Jahren in zahlreichen Arbeiten und Mitteilungen verschiedener Autoren behandelt worden ist, sucht M. Robitzsch-Lindenbergh im Februarheft der Meteorologischen Zeitschrift zu klären durch einen Hinweis, in dem er auf die Bedeutung der Torsion der gespannten Drähte¹⁾ aufmerksam macht. Die Schwingungsfähigkeit ist gegeben durch den Torsionszustand des Drahtes, der bedingt ist u. a. durch dessen Spannung und dessen Temperatur sowie durch die elastischen Eigenschaften des Telegraphendrahtes. Der Draht führt unter gewissen Bedingungen Torsionsschwingungen um eine labile Gleichgewichtslage aus, die durch äußere mechanische Ursachen (Wind) ausgelöst werden und die das Summen veranlassen.

¹⁾ Auf deren Schwingungsfähigkeit.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 20.

18. Mai 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Hermann Lotze und seine Psychologie. Von Prof. Dr. Erich Becher, München. S. 325.

Besprechungen:

Künkel, Karl, Zur Biologie der Lungenschnecken. Von J. Meisenheimer, Leipzig. S. 334.

Katz, J. R., Die Gesetze der Quellung. Von R. Zsigmondy, Göttingen. S. 334.

Pregl, Fritz, Die quantitative organische Mikroanalyse. Von P. Rona, Berlin. S. 336.

Astronomische Mitteilungen:

Der spektroskopische Doppelstern β Lyrae
Parallaxe des Barnardschen Sterns. S. 337—339.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Englische Bestrebungen zur Förderung der Naturwissenschaften. Agglutinationsstudien bei Fleckfieber. S. 339—340.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die quantitative organische Mikroanalyse

Von

Dr. Fritz Pregl

o. ö. Professor der medizinischen Chemie und Vorstand des medizinisch-chemischen Instituts
an der Universität Graz

Mit etwa 38 Textabbildungen

Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 9.—

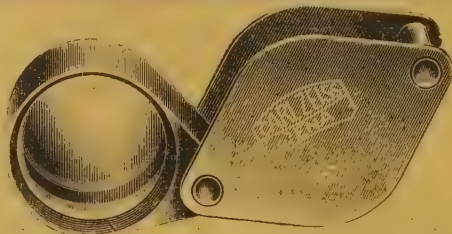
(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für

Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG



WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

18. Mai 1917.

Heft 20.

Hermann Lotze und seine Psychologie.

Von Prof. Dr. Erich Becher, München.

1. Allgemeine Charakterisierung.

Am 21. Mai werden hundert Jahre verflossen sein, seit *Rudolph Hermann Lotze* zu Bautzen das Licht der Welt erblickte. Von 1834 ab studierte er — der Sohn eines Militärarztes — in Leipzig Medizin. Bei *Fechner*, dem späteren Freunde *Lotzes*, dem ihm geistesverwandten Naturforscher und Philosophen, dem Mitbegründer der experimentellen Psychologie, hörte er Physik, Physiologie bei *E. H. Weber*, der gleichfalls zu den Begründern der experimentellen Seelenlehre zu zählen ist. Der Student der Medizin besuchte philosophische Vorlesungen bei *Weiß*, der nach *Lotzes* eigenem Bericht ihn nachhaltig beeinflusst hat. Nach Promotion in Philosophie und Medizin und kurzer praktisch-ärztlicher Tätigkeit in Zittau habilitierte sich *Lotze* 1839 für Medizin, 1840 für Philosophie in Leipzig. 1844 ging er als ordentlicher Professor der Philosophie nach Göttingen, wo 1841 *Herbart* gestorben war. Nachdem er 1881 einem Rufe nach Berlin gefolgt, verschied er dort am 1. Juli des gleichen Jahres¹⁾.

Die Lebensdaten deuten die Einflüsse an, unter denen *Lotzes* feiner und reicher, empfänglicher und doch kritisch selbständiger Geist seine Philosophie und Psychologie gestaltete. Fügen wir unseren Angaben noch hinzu, daß 2½ Jahre vor *Lotzes* Studienbeginn, am 14. November 1831, an *Leibniz'* Todestage, *Hegel* aus einflußreichster Wirksamkeit dahingerafft worden war. Bald nach *Hegels* Tode erfolgte der Zusammenbruch der spekulativen Metaphysik in Deutschland, deren überaus glänzender Siegeszug durch *Fichte*, *Schelling* und *Hegel* geführt worden war. Der „absolute Idealismus“ trug den Todeskeim in sich, in seiner extrem apriorischen Methode vor allem; aber die Katastrophe wurde mitverursacht und verschärft durch den Gegensatz, in den die spekulative Philosophie zur empirischen Naturforschung geraten war. *Lotze* hat diese Katastrophe miterlebt. Die Reaktion der Naturwissenschaft und *Weißes* Hegelkritik haben wohl zusammengewirkt und dem scharfsinnigen und vorsichtigen jungen Denker die Schwächen der spekulativen Metaphysik, die Überspannung ihrer Ansprüche, die Unhaltbarkeit ihrer Methode vor Augen gestellt. Doch führte ihn solche kritische Einsicht nicht zu dem entgegengesetzten Extrem

eines unphilosophischen, vermeintlich empirischen Materialismus, dem so viele Zeitgenossen in Reaktion gegen die apriorisch-idealistische Spekulation verfielen. *Lotzes* Empfänglichkeit für Kunst und Dichtung²⁾ hatten ihn zur Philosophie geführt. Kein Wunder, daß er sich hingezogen fühlte „zu dem großen Kreise jener Ansichten, die durch *Fichte*, *Schelling* und *Hegel* sich mehr zu einer charakteristischen Art der Bildung überhaupt als zu einem geschlossenen Lehrsystem entwickelt hatten“³⁾. Diese „charakteristische Art der Bildung“ war durchleuchtet von dem Glanze der Schönheit, der von klassischer und romantischer Dichtung ausstrahlte. *Lotzes* feiner Sinn hing an solcher Schönheit, und sein hochgestimmter Geist blieb empfänglich für die Großartigkeit des spekulativen Idealismus, dessen wissenschaftliche, methodische Unzulänglichkeit sein kritischer Verstand durchschaute. Um so sicherer erkannte *Lotze* die Fehler der extremen materialistischen Reaktion, obwohl derbere Naturen sie mit überlautem Kampfgeschrei zu schnellem Scheinsiege führten. So konnte er im Verein mit seinem geistesverwandten Lehrer und Freunde *Fechner* das Erbe philosophischer Bildung hindurchretten durch eine unphilosophische Zeit und in stiller, gründlicher Arbeit einen neuen Aufschwung vorbereiten und einleiten.

Nicht nur durch Bildungsgang und äußere Einflüsse, sondern auch durch die Anlage seines Geistes war neben *Fechner* *Lotze* zur Vermittlung zwischen idealistisch-metaphysischer Denkart und naturwissenschaftlicher Forschung berufen. Vielseitige Begabung befähigte ihn zu einer Universalität, die an *Leibniz*⁴⁾ erinnert, ermöglichte den Reichtum seines Geistes, der neben tiefer naturwissenschaftlicher Einsicht die Fülle geisteswissenschaftlicher Bildung umfaßte. An *Leibniz* gemahnt auch seine Bereitschaft, in den verschiedensten geistigen Strömungen und philosophischen Richtungen wertvolle Bestandteile zu suchen, sie zu übernehmen und harmonisch zu verbinden. Man hat *Lotze* als Eklektiker bezeichnet; ihm selbst erschien es unmöglich, nach all den Jahrhunderten philosophischer Geistesarbeit völlig neue Gedanken hervorzubringen. Er hat das Streben nach persönlicher Originalität der Wahrheit restlos untergeordnet, die er aufzunehmen bereit war, wo immer er sie fand. Sein Eklektizismus

²⁾ Er selbst hat „Gedichte“ (Leipzig 1840) erscheinen lassen und sich als Novellist versucht.

³⁾ Streitschriften, Erstes Heft, Leipzig 1857, S. 6.

⁴⁾ Vgl. zum Folgenden etwa den in dieser Zeitschrift erschienenen Aufsatz von *B. Erdmann*, *Leibniz* in seiner Stellung zur Mathematik und Naturwissenschaft (Jahrg. IV [1916], S. 673 f.).

¹⁾ Vgl. *R. Falckenberg*, *Hermann Lotze*, 1. Teil: Das Leben und die Entstehung der Schriften nach den Briefen, Stuttgart 1901; *M. Wentscher*, *Hermann Lotze*, 1. Bd.: *Lotzes* Leben und Werke, Heidelberg 1913.

bedeutet jedoch nicht oberflächliches Zusammenraffen, sondern beruht auf gründlicher kritischer Sichtung und Verarbeitung, und er setzt zur einheitlichen Zusammenfügung ausgewählter Gedankenbausteine ähnliche konstruktive geistige Fähigkeiten voraus, wie die kühnen Gedankenbauten der spekulativen Metaphysiker. Mit *Leibniz* verbinden *Lotze* endlich die ethisch-religiösen Bedürfnisse, die das Wirken der beiden Denker durchwalten. Kein Wunder daher, wenn *Lotzes* Philosophie der *Leibnizschen* vor allen nahe steht. Das gilt für manche Grundbegriffe und Fundamentallehren, insbesondere für die allgemeine Grundanschauung, die den Mechanismus des Naturgeschehens anerkennt, ihm jedoch den geistigen Grund, Sinn und Zweck der Welt überordnet. *Lotze* war ein erfolgreicher Führer im Kampfe des Mechanismus gegen den Vitalismus in der Biologie⁵⁾. Aber der Mechanismus ist für ihn nur ein Mittel der Gottheit zur Verwirklichung des Weltzweckes, die mechanisch-materielle Natur nur eine Erscheinung der an sich geistigen Wirklichkeit.

Auch *Herbarts* Philosophie enthält Gedanken, die *Leibnizschen* Lehren verwandt sind. Um so näher liegt die Frage, ob *Lotze* durch *Herbart* nachhaltig beeinflusst worden sei. *Lotze* selbst hat einen solchen Einfluß von seiten seines Göttinger Amtsvorgängers bestritten. Er betrachtet sich als entschiedenen Gegner *Herbarts* und hat an zahlreichen Stellen, insbesondere auch in seinen psychologischen Schriften, offen oder ohne Namentennung gegen *Herbartsche* Lehren polemisiert⁶⁾.

Herbart hatte seine Psychologie auf Erfahrung, Metaphysik und Mathematik gegründet, wie der Titel eines seiner Hauptwerke besagt⁷⁾. Auch *Lotze* sieht in Erfahrung und Metaphysik Grundlagen der Psychologie, läßt aber nicht in *Herbarts* Sinn die Mathematik als solche gelten. Er hat erkannt, daß die mathematische Mechanik des Vorstellungs- und schließlich des ganzen Seelenlebens, die *Herbart* erstrebte, unmöglich ist. Die Grundlage für eine derartige Behandlung seelischer Tatsachen, die Möglichkeit exakter Messung, fehlte, und so mußten *Herbarts* scharfsinnige, aber künstliche Formeln fruchtlos bleiben. Das Ideal der mathematischen Physik hatte den Psychologen in die Irre geleitet.

Wir dürfen heute fragen, ob nicht auch *Fechner* von diesem Ideal zuweilen auf falsche Bahn gedrängt worden ist. Zwar hat ihn,

den ehemaligen Mediziner und Berufsphysiker, das Vorbild der Naturwissenschaft auf den fruchtbaren Weg des psychologischen Experimentes geführt. Sein Versuch, das *Herbartsche* Unternehmen mathematischer Behandlung psychologischer Gesetzmäßigkeiten auf der festeren Grundlage psychophysischer Messung zu erneuern, hat jedoch nicht gehalten, was *Fechner* sich von ihm versprach.

Lotze, der durchgebildete Biologe, der gelehrte Verfasser einer „Allgemeinen Pathologie und Therapie“⁸⁾ und einer „Allgemeinen Physiologie“⁹⁾, hat nicht dem verfehlt, weil dem Charakter psychologischer Erfahrung nicht angepaßten Ideal der mathematischen Physik gehuldigt; ihm hat hingegen die Wissenschaft vom körperlichen Leben als Vorbild für Teile der Psychologie vorgeschwebt, wie schon der Untertitel seines psychologischen Hauptwerkes „Medizinische Psychologie oder Physiologie der Seele“¹⁰⁾ andeutet. In der Tat ist dies Ideal angemessener, da die psychologischen Vorgänge wie die physiologischen eben Lebensvorgänge sind und in ihrem komplizierten Zusammenspiel physiologischen Prozessen eher vergleichbar sind, als einfachen, reinlich isolierten anorganischen Geschehnissen, wie sie der Physiker in seinen Experimenten und Theorien untersucht. Die Einsicht, daß biologische Disziplinen sich eher als die Physik als Vorbild für die Psychologie eignen, verdient auch heute noch Betonung. Unangemessene Ideale haben der Psychologie genug Enttäuschung und Schaden gebracht.

Der Physiologie als methodischem Vorbild hätte *Lotze* die Anregung zum psychologischen Experiment leicht entnehmen können. War doch sein Lehrer *E. H. Weber* von der Sinnesphysiologie aus zu wertvollen und folgenreichen psychologischen Versuchen gekommen, die der Physiker *Fechner* dann übernahm und weiterführte. Auch *Helmholtz* und *Wundt*, der Begründer des ersten psychologischen Institutes, sind von der Physiologie her zum psychologischen Experiment gelangt. *Lotze* hat diesen Weg nicht eingeschlagen; er gehört nicht zu den Begründern der experimentellen Psychologie. Mit vorsichtiger Kritik hat er erste Ergebnisse der neuen Methode in seinen psychologischen Darstellungen herangezogen.

Die Anwendung der experimentellen Methode auf die Psychologie hat vielfach die Meinung hervorgerufen oder doch bestärkt, die Psychologie sei eine Naturwissenschaft. Obgleich der angeführte Titel („Medizinische Psychologie oder Physiologie der Seele“) glauben machen könnte, *Lotze* sei ein Vorkämpfer dieser Ansicht, lehnt er es doch entschieden ab, „die Psychologie in Naturwissenschaft zu absorbieren“¹¹⁾. Gegen den Materialismus kämpft er mit aller Energie für „die Existenz

⁵⁾ Vgl. seinen Artikel „Leben, Lebenskraft“ in *R. Wagners* Handwörterbuch d. Physiol. Bd. I, Braunschweig 1842 (1843), der eine gewandte, einflußreiche, noch heute lesenswerte Vitalismuskritik darbietet. Abgedruckt in *Lotze*, Kleine Schriften, I. Bd., Leipzig 1885.

⁶⁾ Vgl. *M. Nath*, Die Psychologie Hermann Lotzes in ihrem Verhältnis zu *Herbart*, Diss. Halle 1892; aber auch *L. Baerwald*, Die Entwicklung der Lotzeschen Psychologie, Diss. Breslau 1905, S. 53, 57.

⁷⁾ *Herbart*, Psychologie als Wissenschaft, neu gegründet auf Erfahrung, Metaphysik und Mathematik, Königsberg 1824—1825.

⁸⁾ Leipzig 1842, 2. Aufl. ebd. 1848.

⁹⁾ Leipzig 1851.

¹⁰⁾ Leipzig 1852, anast. Neudruck 1896.

¹¹⁾ Med. Psychol. S. 30.

eines eigenen psychischen Prinzips¹²⁾, einer immateriellen Seele, die von dem Gegenstande der Naturwissenschaft, der materiellen Welt, so völlig verschieden ist, daß es nicht angeht, naturwissenschaftliche Grundbegriffe und Grundgesetze unbedenklich in die Psychologie aufzunehmen.

Wenn Lotze aus der Eigenart von Seele und Seelenleben die Folgerung zog, daß die Psychologie nicht in der Naturwissenschaft aufgehen dürfe, wie der Materialismus wollte, so wußte er doch andererseits die Bedeutung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für die Seelenlehre nach ihrem vollen Werte zu schätzen; sie erschienen ihm durchaus unentbehrlich für die Psychologie, und er hat sie in ihr mit meisterhaftem Geschick fruchtbar gemacht. „Die Kräfte . . . , wodurch sie Neues und Lebensfähiges schufen, erwachsen dem Mediziner Lotze, dem Physiker Fechner aus einer fachmännischen naturwissenschaftlichen Bildung“, sagt Stumpf mit Recht in seiner Rektoratsrede über „Die Wiedergeburt der Philosophie“¹³⁾.

Der Untertitel „Physiologie der Seele“, den das psychologische Hauptwerk führt, und die Titel seiner beiden ersten Abschnitte: „Allgemeine Grundbegriffe der physiologischen Psychologie“¹⁴⁾ und „Von den Elementen und dem physiologischen Mechanismus des Seelenlebens“¹⁵⁾ (zu denen der dritte und letzte Teil: „Von der gesunden und der kranken Entwicklung des Seelenlebens“¹⁶⁾ kommt) legen den Gedanken nahe, daß Lotzes Seelenlehre den Charakter der physiologischen Psychologie trage. In der Tat berücksichtigt sie die körperlichen, nervösen Grundlagen des Seelenlebens in weitem Umfange und zugleich mit einer Einsicht und Vorsicht, die sich vorteilhaft abheben von verbreiteten unkritischen gehirnphysiologischen Spekulationen, an denen das Zeitalter des deutschen Materialismus nicht arm war. Auch gegenwärtig sind hirnpysiologisch-psychologische Hypothesen noch nicht ausgestorben, die auf gänzlich ungenügenden, primitiven psychologischen Anschauungen, vielfach auf vorwissenschaftlicher Vulgarpsychologie beruhen. Lotzes physiologische Psychologie gründet sich auf umfassende physiologische Kenntnisse und feine psychologische Analysen. Darauf beruht ihre Überlegenheit, wie sie z. B. in der sorgfältigen Kritik der Phrenologie zutage tritt¹⁷⁾.

Die Untersuchung der Beziehungen zwischen leiblichen und seelischen Vorgängen, der sich die physiologische Psychologie widmet, setzt, wie soeben angedeutet wurde, eine gründliche Kenntnis des Seelenlebens bereits voraus. Diese muß zunächst durch Beobachtung, Analyse

und Beschreibung des Seelischen, durch Feststellung seiner Bestandteile und der Formen ihrer Verknüpfung gewonnen werden¹⁸⁾. Lotze weist diese erste, von ihm erfolgreich bearbeitete Aufgabe der deskriptiven oder empirischen Psychologie zu, die er freilich mit der erklärenden Psychologie in seinen Darstellungen innig zu verbinden pflegt. Zur Erklärung der empirisch festgestellten Tatsachen des Seelenlebens bedarf es der Berücksichtigung seiner körperlich-nervösen Grundlagen, also der physiologischen Psychologie. Doch genügt diese nicht; die erklärende Psychologie benötigt vielmehr der Hilfe metaphysischer Untersuchungen. Lotze geht schließlich so weit, erklärende und metaphysische Psychologie zu identifizieren¹⁹⁾. Die Metaphysik der Seele erforscht die Natur des Subjektes des psychischen Lebens und die wirksamen Kräfte und Bedingungen, durch die dies Leben hervorgebracht und geregelt wird, durch welche also auch der empirisch festgestellte Verlauf des seelischen Geschehens zu erklären ist.

Somit erschöpft sich Lotzes Seelenlehre nicht in physiologischer Psychologie auf deskriptiver Grundlage. Sie wird unterbaut und gekrönt durch eine Metaphysik der Seele, die mit ihr in engster Verbindung steht. Die Betrachtung der Beziehungen zwischen physiologischen und psychischen Vorgängen führt ja mit sachlicher Notwendigkeit zum metaphysischen Leib-Seele-Problem und weiterhin zur Frage nach dem Wesen der Seele. Lotze hat seine tiefeschürfende Bearbeitung solcher metaphysisch-psychologischer Probleme mehrfach an die Spitze seiner Darstellung unserer Wissenschaft gestellt, und dadurch angedeutet, daß er in der Metaphysik die Grundlage der Psychologie erblickte; ja er hat diese gelegentlich²⁰⁾ als Anwendung jener Disziplin bezeichnet. Wir sehen gegenwärtig in der Metaphysik der Seele eher einen philosophischen Abschluß als ein Fundament der Psychologie. In der Stellung, die Lotze dem Metaphysischen in der Psychologie einräumt, offenbart sich die Nachwirkung der apriorisch-metaphysischen Spekulation der ersten Jahrzehnte des vorigen Jahrhunderts.

Sie zeigt sich auch darin, daß Lotze eine weitere Aufgabe der Psychologie ins Auge faßt: eine ideale oder spekulative Psychologie hätte den vernünftigen Sinn anzugeben, wozu Seelen und Seelenvorgänge vorhanden sind, „den Beruf, den das Seelenleben überhaupt im Ganzen der Welt zu erfüllen hat“²¹⁾. Diese Aufgabe war im Geiste Fichtes, Schellings und Hegels gestellt, und Lotze

¹⁸⁾ Grundzüge der Psychologie 2. A. Leipzig 1882. S. 1.

¹⁹⁾ Ebendort.

²⁰⁾ Grundzüge der Logik und Enzyklopädie der Philosophie 2. A. Leipzig 1885, S. 112 (§ 17 der Enzykl.); vgl. auch S. 113 (§ 18).

²¹⁾ Grundz. d. Psychol. S. 1; vgl. auch Grundz. d. Logik u. Enzykl. S. 114 und etwa den Schlußabschnitt von „Seele und Seelenleben“ (1846), abgedruckt in Kleine Schriften, 2. Bd. Leipzig 1886, S. 203, 204.

¹²⁾ Ebendort.

¹³⁾ C. Stumpf, Philosophische Reden und Vorträge, Leipzig 1910, S. 165.

¹⁴⁾ S. 1.

¹⁵⁾ S. 171.

¹⁶⁾ S. 453.

¹⁷⁾ Vgl. Med. Psychol. S. 106 bis 115.

hing an dem Problem mit ganzem Herzen; daß er seine Auflösung in streng wissenschaftlicher Form für unmöglich erklärte, ist charakteristisch für den Abstand zwischen jenen älteren Metaphysikern und unserem Denker, den der Zusammenbruch des spekulativen Idealismus zu kritischer Resignation gemahnt. Lotze hat Fragen wie das Problem der Unsterblichkeit und das der Willensfreiheit unter dem Gesichtspunkte der „idealen“, „spekulativen“ Psychologie, dem ethisch-religiösen Aspekt, der den Sinn der Welt ins Auge fassen will, sorgfältig erwogen; aber er ist bemüht, solche Erwägungen von wissenschaftlicher Psychologie zu scheiden. —

Wir wollen nach unserer allgemeinen Charakterisierung der Lotzeschen Psychologie uns nunmehr dem Einzelnen zuwenden und einige bedeutsame Punkte kurz zur Darstellung bringen. Vorher ist noch darauf hinzuweisen, daß die Psychologie Lotzes eine Entwicklung zeigt. Das versteht sich fast von selbst, da seine übrigens nicht sehr zahlreichen, aber z. T. umfangreichen einschlägigen Schriften sich über mehrere Jahrzehnte verteilen. 1844 erschien im Wagnerschen Handwörterbuch der Physiologie (Bd. II) der Artikel „Instinkt“, 1846 im gleichen Werke (Bd. III, Abt. I) Lotzes erste Gesamtdarstellung „Seele und Seelenleben“²²⁾, während die letzte, in den nach Lotzes Tode gedruckten Vorlesungsdiktaten unter dem Titel „Grundzüge der Psychologie“²³⁾ vorliegende Gesamtdarstellung in der Hauptsache dem Wintersemester 1880/1881, also dem letzten Lebensjahr entstammt. Dazwischen liegen die „Medizinische Psychologie“ (1852)²⁴⁾, „Psychologische Untersuchungen I. Über die Stärke der Vorstellungen“ (1853)²⁵⁾, die psychologischen Ausführungen in den drei Auflagen des „Mikrokosmos“ (1856 bis 1880)²⁶⁾, die „Streitschriften, Erstes Heft“ (1857), in denen von der Wechselwirkung zwischen Leib und Seele und vom Sitze der Seele gehandelt wird, der ein Lieblingsthema Lotzes bearbeitende Aufsatz „De la formation de la notion d'espace“ (1877)²⁷⁾ und die „Drei Bücher Metaphysik“ (1879)²⁸⁾, deren letztes der Psychologie gewidmet ist. Indessen betrifft die Entwicklung, die sich durch diese Werke hindurch verfolgen läßt, nur Einzelheiten, nicht aber die wesentlichen Grundanschauungen,

wie denn überhaupt der Grundriß der Lotzeschen Philosophie früh feststand²⁹⁾.

2. Metaphysische Psychologie.

So bleibt vor allem die grundlegende Überzeugung unverändert bestehen, daß die Einheit unseres Bewußtseins mit Notwendigkeit die Annahme einer Seele fordert. Ein Vergleichen verschiedener Empfindungen z. B. wäre nicht möglich, wenn sie nicht, zu der Einheit eines Bewußtseins verbunden, einem seelischen Subjekt angehörten. Zwar steht überhaupt die Unvergleichbarkeit des Seelischen und Körperlichen dem Materialismus im Wege; entscheidend aber bleibt gegenüber der materialistischen Leugnung der Seele die Tatsache der Einheit des Bewußtseins.

Lotze hat sich immer wieder bemüht, das Wesen der Seele genauer zu bestimmen. Sie war ihm zunächst eine Substanz und als solche der Grund und Träger ihrer Tätigkeiten des Vorstellens, Fühlens und Wollens. Der substanzialistischen Seelenauffassung, als deren Vertreter Lotze vielfach angeführt wird, pflegt man die gegenwärtig von vielen Philosophen bevorzugte aktualistische Ansicht gegenüberzustellen, nach der die Seele nicht einen besonderen Träger oder Grund des Vorstellens, Fühlens usw. darstellt, sondern mit dem einheitlichen Zusammenhang der Bewußtseinsinhalte, der Vorstellungen, Gefühle usw., identisch ist. Lotze hat nun in späteren Veröffentlichungen, insbesondere in der Metaphysik von 1879, aktualistisch klingende Wendungen gebraucht. Diese Hinneigung zur Aktualitätstheorie, die Paulsen, Külpe u. a. hervorgehoben haben, hängt wohl mit der Hinwendung Lotzes zu einem monistischen Idealismus zusammen, für den die Einzelseelen wie die körperlichen „Substanzen“ zu bloßen „Aktionen“ des göttlichen Weltgrundes werden.

Die Einzelseele entsteht als eine solche Aktion des geistigen Weltgrundes, wenn dieser durch Bildung eines körperlichen Keims zu ihrer Erzeugung angeregt wird. Ob die Seele nach dem Tode des Leibes fortbesteht, kann, wie schon angedeutet, die metaphysische Psychologie nicht wissenschaftlich entscheiden. Wir dürfen aber den idealistischen Glauben hegen, daß eine Seele weiterlebt, sofern und solange ihr innerer Wert dies dem Sinn der Welt entsprechend fordert.

Zwischen Leib und Seele besteht ein Zusammenhang der Wechselwirkung; der Leib wirkt auf die Seele etwa beim Zustandekommen der Empfindung, die Seele auf den Leib bei einer Willenshandlung. Gegen die Annahme einer solchen Wechselwirkung wird eingewandt, daß sie bei der völligen Unvergleichbarkeit von Seele und Körper schlechthin unverständlich und unmöglich sei. Lotze weist demgegenüber darauf hin, daß wir nirgendwo, auch nicht in der materiellen Welt, das Wirken begreifen; wenn ein Körper auf einen

²²⁾ Die beiden Artikel sind in den Kleinen Schriften (1. Bd. Leipzig 1885 bzw. 2. Bd. ebd. 1886) abgedruckt.

²³⁾ Viele Auflagen. 1. A. Leipzig 1881, 2. A. 1882 usw.

²⁴⁾ Leipzig; anast. Neudruck 1886; außerdem mehrere Übersetzungen.

²⁵⁾ Zeitschr. f. Philos. u. philos. Kritik. Bd. XXII, 1853.

²⁶⁾ Mikrokosmos. Ideen zur Naturgeschichte und Geschichte der Menschheit. Versuch einer Anthropologie, 1. Bd., Leipzig 1856, 2. Bd. ebd. 1858, 3. Bd. ebd. 1864; 2. A. 1869, 1869, 1872; 3. A. 1876, 1878, 1880; 5. A. 1896, 1905, 1909.

²⁷⁾ Revue philos. T. IV, 1877.

²⁸⁾ System der Philosophie, 2. Teil. Drei Bücher Metaphysik, Leipzig 1879, 2. A. 1884, hrsg. v. Misch 1912.

²⁹⁾ Vgl. L. Baerwald, a. a. O., insbesondere S. 8.

anderen wirkt, so können wir auch diesen rein materiellen Kausalzusammenhang, der uns wegen seiner Häufigkeit ganz vertraut erscheinen mag, nur als tatsächlich hinnehmen, nicht aber verstehen, wie der eine Körper es anfängt, an dem anderen eine Wirkung hervorzurufen. Durch sorgfältige Analyse der Kausalität zeigt *Lotze* die Unhaltbarkeit der schon im Altertum uns entgegnetretenden Ansicht, es könne nur Gleiches oder Gleichartiges aufeinander wirken; so ungleichartig Körper und Seele auch sein mögen, wechselseitige Wirkungen zwischen ihnen werden dadurch keinesfalls ausgeschlossen. Aber die scheinbare Kluft, die völlige Verschiedenheit zwischen Körper und Seele, welche die Wechselwirkung ausschließen soll, besteht nach *Lotzes* Metaphysik gar nicht; denn die einzelnen Uratome, aus denen die körperliche Welt aufgebaut ist, sind ausdehnungslose, immaterielle Kraftzentren von seelischer Natur. Schließlich können Atome mit Atomen und mit Seelen nur darum in Wechselwirkung stehen, weil Atome und Seelen nicht schlechthin unabhängige Substanzen sind, sondern Aktionen oder Modifikationen des einen geistigen Urgrundes der Welt.

Lotzes Argumente zur Verteidigung der Wechselwirkungslehre sind heute zum Gemeingut derjenigen Philosophen und Psychologen geworden, die an einer Wechselwirkung zwischen Leib und Seele festhalten. Es schien vor einiger Zeit, als werde die von *Spinoza* stammende, von *Fechner* in die neuere Psychologie eingeführte parallelistische Auffassung des Leib-Seele-Zusammenhangs, etwa in monistischer Ausdeutung, die Wechselwirkungslehre völlig verdrängen. Da erstanden ihr in Freunden und Verehrern *Lotzes* (*Stumpf*, *Busse*, *Wentscher* u. a.) energische Verteidiger. In der Diskussion zwischen Parallelismus und Wechselwirkungslehre spielt die Frage, ob diese mit dem Energieerhaltungssatz vereinbar sei, eine große Rolle. *Stumpf* und *Ostwald* haben den Gedanken ins Auge gefaßt, daß die physische Energie, die bei der Einwirkung des Körpers auf die Seele verloren gehen möge, sich in psychische Energie umwandeln könne, die dann bei der Wirkung der Seele auf den Körper wieder in physische Energie zurückverwandelt werden möge; diese Umwandlungen könnten sich entsprechend dem Erhaltungsprinzip ohne Energieverlust oder -gewinn vollziehen. Ansätze zu diesem Gedanken finden sich bereits in der „Medizinischen Psychologie“³⁰⁾.

Viel hat sich *Lotze* mit der Frage nach dem Sitze der Seele beschäftigt. Als immaterielles Wesen kann die Seele zwar keine räumliche Ausdehnung, aber doch einen Sitz im Raume haben. Als Ort der Seele ist die Stelle zu betrachten, bis zu der die körperlichen Vorgänge sich fortpflanzen müssen, um auf die Seele zu wirken, und an welcher der Körper die unmittelbaren Einwir-

kungen der Seele empfängt. Ursprünglich hatte *Lotze* in diesem Sinne einen punktuellen Seelensitz angenommen. Gegenüber der Kritik *Fechners* und der Erfahrungstatsache, daß es keinen Zentralpunkt im Gehirn gibt, zu dem alle zentripetalen Nervenfasern führen und von dem alle zentrifugalen Bahnen ausgehen, ließ *Lotze* den punktuellen Seelensitz später fallen; er nahm nunmehr an, daß die Seele an einer Vielheit von Stellen im Gehirn in unmittelbarer Wechselwirkung mit dem Körper stehe. Auch diesen *Lotzes* Gedanken wird die Wechselwirkungslehre unserer Tage zu übernehmen und weiterzuführen haben.

Das Problem des Seelensitzes spezialisiert sich zu den Fragen nach der „Lokalisation“ einzelner seelischer Funktionen im Gehirn. *Lotze* hat auch diese Fragen in seiner vorsichtigen Art behandelt. Von seiner Kritik der Phrenologie, dieser primitiven Lokalisationslehre, war schon die Rede. Die Lokalisation des Sprachzentrums wird anerkannt. Ein großer Teil des Gehirns ist nach *Lotze* vielleicht der Raumanschauung gewidmet. Es liegt kein Anlaß vor, für alle höheren geistigen Fähigkeiten bestimmte körperliche Organe, etwa besondere Hirnzentren, anzunehmen. Wenn für unser Urteilen z. B. ein ungestörtes Arbeiten des Gehirns erforderlich ist, so erklärt sich dies daraus, daß das Urteilen Vorstellungen und Wahrnehmungen voraussetzt, die ihrerseits bestimmte Hirnfunktionen fordern.

Auch das Gedächtnis, das Vermögen zur Aufbewahrung von Erlebnissen, wird zunächst nicht als eine Fähigkeit des Gehirns, sondern als Vermögen der Seele betrachtet. Wenn *Lotze* zu dieser „psychistischen“ Auffassung des Gedächtnisses anfangs auch durch ethisch-teleologische Motive bestimmt wurde, so hat er sie doch durch triftige psychophysiologische Gründe zu stützen vermocht. Es ist nicht einzusehen, warum das Gehirn eher befähigt sein sollte als die Seele, Eindrücke festzuhalten und aufzubewahren. Versucht man, auszudenken, was das Gehirn beim Festhalten der Gedächtnisbilder leisten müßte, so gerät man in große Schwierigkeiten. Diese sind später durch den Physiologen *v. Kries* scharfsinnig klargelegt und durch den Verfasser weiter verfolgt worden, der durch sie unabhängig von *Lotze* bestimmt wurde, eine psychistische Gedächtnishypothese auszubauen. Bei ihrer Durchführung hatte er mit Schwierigkeiten zu kämpfen, denen sich auch *Lotze* schon gegenüber sah. Wenn das Gedächtnis eine Fähigkeit der Seele, nicht des Gehirns ist, wie kann es dann durch körperliche Erkrankung geschädigt werden? *Lotze* verweist bereits darauf, daß Nervenprozesse bei den Gedächtnisfunktionen die Rolle einer sekundären, rückwirkenden Verstärkung spielen mögen.

Die Gedächtnisspuren (etwa lateinischer Vokabeln) sind für gewöhnlich nicht in unserem Bewußtsein zu finden. Wenn sie trotzdem in der Seele ruhen, so sind sie unbewußt-seelischer Natur. *Lotze* mußte also um seiner psychisti-

³⁰⁾ S. 93 f.

schen Gedächtnishypothese willen ein Unbewußtes („unbewußte Vorstellungen“) anerkennen. Immerhin hat er — wohl im Zusammenhang mit seiner Hinneigung zu einer aktualistischen Seelenauffassung — später die Annahme unbewußter Seeleninhalte etwas zurückgedrängt. Das zeigt sich in der Entwicklung seiner Raumwahrnehmungs-(Lokalzeichen-)Hypothese und seiner Lehre von den Vorgängen, die der bewußten Sinnesempfindung vorangehen.

Zwischen dem äußeren Reiz und der bewußten Empfindung hatte Lotze in der „Medizinischen Psychologie“ vier vermittelnde Prozesse angenommen, als deren letzten er eine unbewußte, aber bereits seelische Erregung anführte, die, durch den Hirnprozeß ausgelöst, der bewußten Empfindung vorangehen sollte. Dieser unbewußt-seelische Vorläufer der Empfindung wird später nicht mehr anerkannt; auf den äußeren Reiz folgt die Nervenregung und auf diese die bewußte Empfindung.

Die Empfindung ist von dem äußeren Reiz und der Nervenregung durchaus verschieden. Die körperliche, nervöse Erregung wirkt eben als bloßer Reiz auf die Seele, die dann mit der eigenen „empfindenden Tätigkeit“ antwortet. Diese Betonung der Tätigkeit der Seele ist charakteristisch für Lotzes Psychologie; sie kennt nicht nur Empfindungen, Vorstellungen, Beziehungswissen usw. als Bewußtseinserlebnisse, sondern fordert entsprechende Tätigkeiten des Empfindens, Vorstellens, Vergleichens usw. Die Seele muß die verschiedenen Vermögen zu diesen Tätigkeiten haben. Doch ist die von Herbart so scharf angegriffene Annahme von Seelenvermögen unfruchtbar, während in der Naturwissenschaft die ihr entsprechende Annahme von Kräften sich als nutzbringend erweist. Dies liegt daran, daß wir Gesetze kennen, denen physikalische Kräfte entsprechen, während die Vermögenspsychologie die Gesetze des Wirkens der angenommenen Vermögen nicht kannte. Auch wissen wir zu wenig über den Zusammenhang der verschiedenen Seelenvermögen. Immerhin hat Lotze den Begriff des Seelenvermögens nicht ganz verworfen; er hat erkannt, daß Herbart mit seiner Kritik übers Ziel hinausgeschossen hatte. So unfruchtbar die alte Vermögenspsychologie war, wir kommen ohne diesen Begriff spezifischer Dispositionen nicht aus, am wenigsten in der von Lotze geforderten „Psychologie der Individualitäten“³¹⁾, da eben bei den verschiedenen Individuen die einzelnen seelischen Vermögen (Gedächtnis, Verstand u. dgl.) verschieden ausgebildet sind.

3. Empfindung und Vorstellung.

Kehren wir zu den Empfindungen zurück, um die theoretisch-metaphysische Psychologie zu ver-

³¹⁾ Schon in „Seele und Seelenleben“ (1846) fordert Lotze „eine Psychologie der Individualitäten, die bisher den Werken der Dichter überlassen blieb“ (Kleine Schriften, 2. Bd., S. 204), inzwischen aber von der Wissenschaft in Angriff genommen worden ist.

lassen und die empirische Behandlung der einzelnen Bewußtseinsbestandteile ins Auge zu fassen. Da enthalten die Lotzeschen Darstellungen selbstverständlich vieles, was Gemeingut der Psychologie war und ist und hier übergangen werden kann. Nur einige charakteristische Punkte können wir kurz hervorheben. Bemerkenswert ist etwa ein Bedenken, das Lotze zu den Weber-Fechnerschen Untersuchungen über die Abhängigkeit der Empfindungsstärke von der Reizstärke geäußert hat. Er weist auf die störende Komplikation hin, die darin besteht, daß bei manchen Empfindungen Änderung der Reizstärke nicht nur Änderung der Empfindungsintensität, sondern auch ihrer Qualität mit sich bringt. So geht durch bloße Intensitätsabnahme des Lichtreizes die Weißempfindung in die qualitativ von ihr verschiedene Grau- und Schwarzempfindung über. Übrigens hat Lotze den Umstand, daß die Empfindung nicht kontinuierlich mit dem Reize wächst, sondern sprunghaft³²⁾, und nicht proportional dem Reize, sondern langsamer³²⁾, schließlich als ungelöstes Rätsel stehen lassen.

Während das Webersche und das Fechnersche Gesetz von Intensitätsverhältnissen sprechen, handelt das J. Müllersche Gesetz von der Qualität der Empfindung. Nach seiner ursprünglichen Fassung behauptet es, daß jeder Sinnesnerv über eine „spezifische Energie“ verfüge, vermöge deren er immer eine bestimmte Empfindungsqualität entstehen lasse, durch welchen Reiz auch immer er erregt werden mag. So liefert der Sehnerv immer Lichtempfindungen, mag er „adäquat“ durch physikalisches Licht oder „inadäquat“ durch Stoß oder Druck aufs Auge oder durch den elektrischen Strom erregt werden. Lotze steht den „spezifischen Nervenenergien“ mit starker, sich steigernder Kritik gegenüber. Er nimmt den gegenwärtig von Wundt u. a. vertretenen Gedankengang auf, der einzelne Sinnesnerv könne seine spezifische Funktionsweise der Gewöhnung oder Anpassung an den ihm adäquaten Reiz verdanken; so mag der Sehnerv eine spezifische Anpassung für Licht erfahren, weil er fast nur durch Lichtreize getroffen wird. Aber Lotze bezweifelt sehr, ob überhaupt andere als adäquate Reize empfindungserregend wirken. Die scheinbare Wirkung inadäquater Reize könnte auf adäquaten Begleitreizungen beruhen. So mögen inadäquate Reizungen im Auge Ätherbewegungen (!) mit sich bringen, die dann als adäquate Sehnervreizungen wirken; so mag der elektrische Strom die Mundflüssigkeit in Stoffe zerlegen, die als adäquate Reize die Geschmacksempfindungen hervorrufen, welche scheinbar auf Rechnung der inadäquaten elektrischen Reizung kommen. Die Lotzeschen Bedenken sind gegenwärtig jedem Psychologen geläufig; sie schließen freilich vorsichtige Formulierungen des J. Müllerschen Gesetzes nicht aus.

³²⁾ Ob und inwieweit es sich tatsächlich und nicht nur scheinbar so verhält, ist fraglich und strittig.

Die Vorstellungen (zunächst die „Erinnerungsbilder“) unterscheiden sich von den Empfindungen dadurch, daß jenen das Gefühl des lebendigen Ergriffenseins fehlt, welches den Empfindungen eigen ist. Die Vorstellung des hellsten Glanzes leuchtet nicht. Wenn wir bei den Empfindungen von Stärkeunterschieden sprechen dürfen, so scheinen solche Unterschiede bei den Vorstellungstätigkeiten nicht zu existieren; denn die Vorstellung des hellen Sonnenlichtes bedeutet kein stärkeres Vorstellen als das eines schwachen Sternenschimmers. Nicht das Vorstellen, nur das, was vorgestellt wird, kann stärker oder schwächer sein. Diese Betrachtungen richten sich gegen *Herbart*, dessen Mechanik des Vorstellungslebens durch *Lotze* einer ausführlichen und eindringenden Kritik unterzogen worden ist. Mit der psychischen Mechanik *Herbarts* hat freilich auch *Lotzes* Kritik an aktuellem Interesse verloren. Erwähnung verdient aber, daß nach *Lotze* nicht die vermeintliche Stärke der Vorstellungen selbst, sondern die Kraft der ihnen anhaftenden Gefühle ihre Macht zur Verdrängung anderer Vorstellungen bestimmt; hier tritt die sorgfältige Berücksichtigung des Gefühlslebens zutage, durch die *Lotzes* Psychologie der *Herbartschen* überlegen ist.

Reinlich weiß *Lotze* den Begriff der Assoziation, der Verbindung von Gedächtnisspuren, von dem oft mit ihm vermengten der Reproduktion, der Wiedererweckung aus dem Unbewußten zum Bewußtsein, zu sondern. Es gibt keine Ähnlichkeits-, Gleichheits- und Kontrastassoziation; nur gleichzeitige oder unmittelbar aufeinanderfolgende Vorstellungen assoziieren sich. Als besonderes Verdienst *Lotzes* gilt mit Recht seine Berücksichtigung der Gefühle in der Lehre von Assoziation und Reproduktion. Gefühle und Stimmungen, vor allem aber auch das allgemeine Lebens- oder Gemeingefühl verbinden sich mit gleichzeitigen Vorstellungen und werden durch diese wiedererweckt; umgekehrt reproduziert die Wiederkehr eines Gemeingefühls die Vorstellungen, die früher gleichzeitig mit ihm erlebt wurden.

Mit großer Energie hat *Lotze* die Frage behandelt, wie die Wahrnehmung und Vorstellung des Raumes zustande kommen. Den Kern seiner Lösung des Problems bildet seine Lokalzeithetheorie, durch die er einen starken Einfluß auf die Raumpychologie ausgeübt hat. Diese Theorie ist wohl unter dem Einfluß von *Lotzes* Lehre vom punktuellen Seelensitz entstanden; er hat sie jedoch später festgehalten, als er diese Lehre preisgab, und (in einer Zuschrift an *Stumpf*³³⁾) erklärt, daß sie „mit bestimmten metaphysischen Voraussetzungen über die Natur der Seele... in keiner notwendigen Verbindung“ stehe. Es bleibt

aber für ihn maßgebend, daß die Seele und die Vorstellungstätigkeit unräumlich sind. Daher muß die räumliche Ordnung der Nervenregungen beim Übergang auf die Seele verloren gehen; die Eindrücke sind in ihr nicht räumlich nebeneinander, sondern (nach *Lotzes* Worten) bloß so zusammen wie die gleichzeitigen Töne eines Akkordes. Wie kommt nun die Seele dazu, diese unräumlichen Eindrücke in einem räumlichen Nebeneinander aufzufassen? Die Fähigkeit zur räumlichen Auffassung oder Ausbreitung der Eindrücke muß der Seele ursprünglich eigen, muß ihr angeboren sein. Aber wie kommt sie dazu, bei dieser räumlichen Ausbreitung jedem Eindruck eine bestimmte Stelle anzuweisen, und zwar so, daß die Ordnung der Eindrücke im Wahrnehmungsbild etwa der Ordnung der Reize im Netzhautbild entspricht? *Lotzes* Theorie antwortet: Die Eindrücke müssen infolge ihrer Lage auf der Netzhaut bestimmte „Lokalzeichen“ an sich tragen, nach denen sich die Seele bei der räumlichen Ausbreitung der Empfindungen richtet. Wenn ein rotes Licht die Netzhaut oben reizt, so muß zu der Roterregung ein für die Lage des Reizes charakteristischer Nebeneindruck als Lokalzeichen hinzukommen, der die Seele bestimmt, das Rot an der richtigen Stelle zu sehen; reizt das Rot die Netzhaut in der Mitte oder unten, so müssen zu der gleichen Rotempfindung andere Nebeneindrücke als Lokalzeichen kommen. Es muß also ein ganzes System von Nebeneindrücken oder Lokalzeichen geben, die den Netzhauptpunkten entsprechen. Dies System findet *Lotze* in Empfindungen von Augenbewegungen. Reizt ein Rot die Netzhaut oben, so wird das Auge reflektorisch so bewegt, daß der Reiz auf die besonders sehtüchtige Netzhautmitte, auf den gelben Fleck, kommt; reizt dasselbe Rot unten, so erfolgt die entgegengesetzte Bewegung, um den Reiz aufs Netzhautzentrum zu bringen. Mit der Rotempfindung verbindet sich also als Nebeneindruck eine Bewegungsempfindung, die aber je nach der Lage des Reizes auf der Netzhaut verschieden ausfällt und daher der Seele als Lokalzeichen, als Anhaltspunkt für die Lokalisierung der Rotempfindung dienen kann. Die Augenbewegungen liefern ein System von Nebeneindrücken, das in seiner Ordnung und Abstufung der Ordnung der Netzhauptpunkte durchaus entspricht. Darum entspricht auch die auf Grund jener Nebeneindrücke von der Seele vollzogene Ausbreitung der Gesichtsempfindungen der Anordnung der Lichtreize im Netzhautbild.

Nun kommen freilich die reflektorischen Augenbewegungen vielfach nicht zur Ausführung, etwa weil mehrere Reize gleichzeitig wirken und sich hemmende Bewegungstendenzen hervorrufen. Dann bringt aber immerhin die Reizung einer Netzhautstelle die Reproduktion, die Wiederbelebung des betreffenden Nebeneindrucks aus dem Gedächtnis, mit sich, und der reproduzierte Bewegungseindruck (oder auch eine entsprechende

³³⁾ Abgedruckt als Anhang bei *C. Stumpf*, Über den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung, Leipzig 1873, S. 315 f. und in *Lotzes* Kleinen Schriften, III. Bd., II. Abt., Leipzig 1891, S. 511 f. Die zitierten Worte stehen am Anfang.

Bewegungstendenz) übernimmt die Rolle des Lokalzeichens.

Lotze hat die als Lokalzeichen dienenden Bewegungseindrücke und Bewegungstendenzen zunächst als unbewußte angesehen, diese Auffassung später aber (wie *Stumpf* bemerkt hat) geändert.

Der Gesichtssinn erfährt die Tiefendimension nicht unmittelbar, wie der extreme Nativismus will. Nach Lotzes älterer Ansicht bedarf unser Auge der Unterstützung durch den Tastsinn, um auf Grund der Erfahrung zum Tiefensehen zu gelangen. Später hat er dargelegt, wie durch den Bildwechsel bei Bewegung der Augen und unseres Körpers die Vorstellung des dreidimensionalen Raumes entstehen könne.

Lotzes Lokalzeichentheorie, die von ihm übrigens auch auf die Raumwahrnehmung durch den Tastsinn ausgedehnt wurde, gibt zu vielen und ersten Einwänden Anlaß. Dessenungeachtet ist ihre Wirkung groß gewesen. Wundts genetische Theorie der Raumwahrnehmung steht ihr in mehrfacher Hinsicht nahe. Jedenfalls sind manche Gedanken der Lotzeschen Raumpsycho- logie und insbesondere auch der Begriff des Lokalzeichens gegenwärtig noch brauchbar. Wir dürfen z. B. die Blaufärbung eines fernen Berges, die unserer Seele als Anhaltspunkt bei der Auffassung seiner Entfernung dient, als Lokalzeichen bezeichnen.

Nach Lotze tut die Seele zu den sinnlichen Eindrücken durch eigene Tätigkeit etwas Neues hinzu, indem sie dieselben räumlich auffaßt. Auch beim Vergleichen liegt ein ähnlicher Sachverhalt vor. Wenn man z. B. zwei Empfindungen vergleicht, so wird von der Seele eine Tätigkeit ausgeübt, die von der einen zur anderen hinübergeht, und es entsteht dadurch die neue Vorstellung der Gleichheit, Ähnlichkeit oder Verschiedenheit, des Stärker oder Schwächer o. dgl. Diese „Vorstellungen höherer Ordnung“ sind nicht in Parallele zu stellen mit den Kräfte- resultanten der Mechanik; die verglichenen Seeleninhalte vereinigen sich keineswegs wie physikalische Kräfte zu Resultanten, sondern sie wirken als Reize auf das einheitliche Subjekt und regen es zu der neuen beziehenden Tätigkeit an, die dann das „beziehende Wissen“ entstehen läßt.

Auf „Vorstellungen höherer Ordnung“, auf „beziehendem Wissen“ beruhen Allgemeinbegriffe und Urteile, beruht das höhere intellektuelle Leben. Der Allgemeinbegriff „Farbe“ z. B. enthält den Gedanken eines Übereinstimmenden, das in den verschiedenen Farben steckt, schließt also beziehendes Wissen ein.

Die Lotzesche Betonung des Beziehungsbewußtseins, der „Vorstellungen höherer Ordnung“ und ihrer fundamentalen Bedeutung für die Allgemeinbegriffe usw. dürfte einen wertvollen Ansatz zur Analyse des Denkens (des zurzeit viel umstrittenen „Unanschaulichen“ in ihm) bieten.

Die beziehende Tätigkeit ist nach Lotze schließlich auch grundlegend für die Aufmerksamkeit.

Das intensive „bloße Anstarren“ eines Inhaltes wäre zu nichts gut; wir gewinnen aber durch „Aufmerksamkeit“ etwas, wenn diese vergleichende Tätigkeiten einschließt, durch die wir die inneren und äußeren Beziehungen eines Inhaltes erfassen und somit Klarheit erreichen. —

4. Gefühl und Wille.

Auch die Gefühle beruhen auf einer neuen, sondern Tätigkeit der Seele, die keineswegs auf die des Empfindens oder Vorstellens zurückführbar ist, wie *Herbart* gemeint hatte. So kann etwa das Verhältnis zwischen zwei Eindrücken als Reiz auf die Seele wirken und ihre Gefühlstätigkeit anregen. Gefühle sind immer Zustände der Lust oder Unlust; ihr charakteristisches Merkmal gegenüber den an sich gleichgültigen Empfindungen ist ihre *Nichtgleichgültigkeit*. Damit dürfte Lotze in der Tat ein für die Klassifikation der Bewußtseinsinhalte fundamental wichtiges Unterscheidungsmerkmal hervorgehoben haben, das seltenerweise wenig beachtet wird.

Die viel umstrittene Frage, ob nur eine Lust und eine Unlustqualität existieren oder ob Lust wie Unlust in qualitativ verschiedenen Arten vorkommen, hat Lotze dahin beantwortet, daß es mehrere Lust- und Unlustarten gebe, ähnlich wie es verschiedene Rot- und Grünqualitäten gibt.

Wiederholt und eingehend hat sich Lotze mit den physiologischen Grundlagen der Gefühle beschäftigt. Als Ursache der Unlust gilt ihm zunächst eine Störung der Nervenfunktion, die jedoch nicht (wie oft angenommen wurde) stets eine übermäßige Erregung darzustellen braucht; sie kann zwar auf zu großer Stärke oder Dauer, aber auch auf ungeeigneter Form oder Mischung von Nervenprozessen (Dissonanz!) beruhen. In der „Medizinischen Psychologie“ wird diese Ansicht weiter ausgebaut. Lust und Unlust ergeben sich aus der Übereinstimmung bzw. dem Widerstreit zwischen Reiz und Nerventätigkeit; dabei kommt es darauf an, ob und wie der Verbrauch bei der Nerventätigkeit ersetzt werden kann. Der gefühlserzeugende Nervenprozeß, also der Vorgang der Förderung oder Störung, läuft neben dem empfindungserzeugenden einher; jener kann von diesem sich ablösen, wie wir bei der Analgesie erfahren. Die Notwendigkeit eines besonderen Zentralorganes für Gefühle ergibt sich daraus jedoch nicht.

Die Nichtgleichgültigkeit der Lust und der Unlust entspricht dem Umstande, daß ihnen physiologische Förderungs- und Störungsverhältnisse zugrunde liegen; aber jene Bewußtseinsinhalte setzen keineswegs eine Erkenntnis dieser Förderung und Störung voraus. Andererseits hängt mit der Nichtgleichgültigkeit der Gefühle und mit ihren physiologischen Grundlagen die teleologische Bedeutung von Lust und Unlust zusammen. Sie offenbarte sich Lotze zunächst in der verschiedenen Ausprägung der sinnlichen Gefühle auf den verschiedenen Sinnesgebieten. Die Empfindun-

gen der Haut und der inneren Organe können sich mit intensiver Unlust verbinden, die dann die unmittelbare Gefahr der Verwundung oder Erkrankung anzeigt; auch Geschmack und Geruch sind oft mit ziemlich kräftigen Gefühlen behaftet, die unseren Organismus vor Schädlichem (z. B. faulenden Stoffen) warnen; am schwächsten sind die Gefühle zweckmäßigerweise bei dem Sinn, der die reichsten und feinsten objektiven Wahrnehmungen liefert, beim Gesicht. Doch schränkt Lotze die teleologische Bedeutung von Lust und Unlust insofern ein, als sie uns nur die *gegenwärtige* Förderung oder Schädigung unseres Organismus durch die gefühlserregende Reizung anzeigen sollen: So ruft etwa ein süßes Gift zunächst Geschmackslust hervor, weil es förderlich auf den Geschmacksnerven wirkt; aber dies Gefühl prophezeit nicht die drohende Giftwirkung, den *zukünftigen* Schaden.

Es mag hier darauf hingewiesen werden, daß manche Gefühle (wie z. B. Geschlechtslust) teleologisch bedeutsam erscheinen in bezug auf zukünftige Wirkungen.

Im „Mikrokosmos“ hat Lotze die Bedeutung der Gefühle für das höhere, geistige Leben untersucht. Auf ihnen gründet jede höhere Geistesregung, selbst die Vernunft, sofern sie Sinn und Würde der Dinge erfaßt. Auf Gefühlen beruhen direkt oder mittelbar alle Wertungen und Werte einschließlich der sittlichen. In dieser Fundamentallehre der Werttheorie stimmt Lotze mit Fechner überein. Ihr reiches und tiefes Gemütsleben bewahrte beide vor der verbreiteten Unter-, ja Geringschätzung der Gefühle, die uns so oft bei philosophischen Verstandesmenschen begegnet, welche zuweilen in der Zurückführung höchster Werte auf Gefühle eine Entweihung erblickt haben. Der Reichtum und die Kraft ihres Gefühlslebens haben Fechners und Lotzes große Leistungen auf dem schwierigen Gebiete der Gefühlspsychologie ermöglicht.

Das Gefühl ist nach Lotze ferner grundlegend für unser Selbstbewußtsein. Dieses schließt zweierlei ein: einmal *Selbsterkenntnis*, d. h. ein Bild von uns selbst, das wir mit unseren intellektuellen Funktionen gewinnen; dazu aber und vor ihm kommt das *Selbstgefühl*, kommt als Grundlage der Umstand, daß eines jeden eigenes Empfinden und Tun für ihn mit Gefühlen verknüpft ist, die in ihm beim Tun und Leiden anderer Wesen nicht lebendig werden.

Aus Gefühlen entwickeln sich die Triebe. An ein Gefühl der Unlust knüpfen sich allerhand unruhige Bewegungen, die vielfach ergebnislos verlaufen, bis eine derselben zur Beseitigung jener Unlust führt. Im Gedächtnis verbindet sich dann jenes Gefühl mit der Vorstellung des sie beseitigenden Tuns, und dies gelangt fortan zur Reproduktion, wenn jene Unlust wiederkehrt. Was Lotze hier skizziert, ist das inzwischen durch seine weite Verbreitung im menschlichen und tierischen Verhalten und durch seine allgemein-biologische

Bedeutung so bekannt gewordene „Probiervverfahren“, die „Methoda von Versuch und Irrtum“. Durch sie gewinnt die unruhige Unlust, die wir als ursprünglichen Trieb bezeichnen können, den Charakter des entwickelten, aufs Ziel hinstrebenden Triebes. Dabei nehmen wir die ablaufenden Bewegungen in ihrem Zusammenhang mit der Unlust wahr; mit Rücksicht darauf erscheint der Trieb als ein Innewerden eines Getriebenwerdens.

Die Triebbewegungen wie überhaupt die verschiedenen unwillkürlichen Bewegungen müssen von eigentlichen Willenshandlungen prinzipiell unterschieden werden. Vorstellungen von Bewegungen gehen, wenn keine Hemmung sich widersetzt, in wirkliche Bewegungen über, ohne daß ein Willensimpuls dabei im Spiele wäre. So verlaufen die meisten unserer alltäglichen Verrichtungen, insbesondere auch eingeübte Fertigkeiten. Von einem Wollen dürfen wir eigentlich nur dann sprechen, wenn ein Willensimpuls, ein Entschluß, eine Entscheidung vorliegt, wenn auf Grund von Überlegung des Für und Wider unser Ich eine vorgestellte Handlung billigt und adoptiert. Dieses Bewußtsein des „ich will“ ist keineswegs mit dem der bloßen Voraussicht meines Tuns, mit dem Wissen „ich werde“, identisch, das auch im Triebbewußtsein stecken kann. Das eigenartige Willensbewußtsein läßt sich nicht aus dem bloßen Mechanismus der Vorstellungen erklären, wie Herbart wollte; es handelt sich dabei nicht, wie jener meinte, um das bloße Aufsteigen einer Vorstellung im Kampfe mit hindernden Vorstellungskräften.

Auch Lotzes Auffassung des Wollens lebt in der gegenwärtigen Psychologie fort. Wir werden etwa an Ergebnisse N. Achs, vor allem aber an die Willenslehre von W. James erinnert. An sie gemahnt auch Lotzes Vertretung der Willensfreiheit im Sinne des Indeterminismus. Freilich, wenn es nur auf die erklärende Psychologie ankäme, würde man den Willen in allen seinen Äußerungen für gesetzlich determiniert halten. Aber die Moral fordert Freiheit des Willens, und die Ethik darf diese anerkennen, weil die psychologische Erfahrung, die Selbstbeobachtung, keineswegs stets zwingende Gründe für unsere Handlungen zeigt.

Zur Bestimmung unseres Willens sind uns die sittlichen Wahrheiten des Gewissens gegeben. Seine einfachsten Grundsätze dürfen wir zu den Reaktionen der ursprünglichen Natur unseres Geistes rechnen, die durch äußere Anlässe zwar wachgerufen werden, aber nicht aus diesen zu erklären sind. Es handelt sich um ewige Wahrheiten der Vernunft, einer Fähigkeit, die den Menschen vor dem Tiere auszeichnet, wie das Denken mittels allgemeiner Begriffe.

Es liegt kein Grund vor, den Tieren ein solches begriffliches Denken zuzuschreiben, weil zur Erklärung ihres Verhaltens, ihrer Benutzung von Erfahrungen, der durch Assoziationen geregelte Vorstellungsablauf genügt, der auch das Tun des Menschen zumeist leitet. Dazu kommt der In-

stinkt, der nicht nur in auffallenden Kunsttrieben vorliegt, sondern überhaupt die typische Lebensweise der Tierarten bestimmt. In den niederen Tierklassen mag das Gedächtnis, die Lernfähigkeit, zurücktreten. Vielleicht gibt es in Tierseelen ursprüngliche Bewußtseinsinhalte, durch die sie geleitet werden, wie wir zuweilen durch eine traumhafte Vorstellung.

Nach diesem Blick auf die Instinktlehre, mit deren Darstellung Lotze als psychologischer Autor begann, mag hier geschlossen werden. Unsere letzten Ausführungen machen verständlich, daß Lotze zu seiner Zeit von materialistischen Stürmern als Reaktionär angesehen werden konnte. In der Tat war viel Konservatives in seinem Denken. Aber unsere knappe Skizze, die kaum einen Eindruck geben kann von dem reichen Gehalt der Lotzeschen psychologischen Schriften, mag immerhin andeuten, wie der „Reaktionär“ zugleich ein Führer werden konnte für die werdende Psychologie unserer Zeit.

Besprechungen.

Künkcl, Karl, Zur Biologie der Lungenschnecken. Ergebnisse vieljähriger Züchtungen und Experimente. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung, 1916. XVI, 440 S., 48 Textfiguren und eine farbige Tafel. Preis geh. M. 16,—, geb. M. 18,—.

Ein umfangreiches, mit Unterstützung der Heidelberger Akademie der Wissenschaften veröffentlichtes Buch bringt die zusammengefaßten Ergebnisse langjähriger biologischer Forschungen über unsere einheimischen Landschnecken. Das Ganze gliedert sich in zwei Problemgruppen. Die erste umfaßt den Kreislauf des Wassers im Schneckenkörper. Da ist zunächst schon eine viel diskutierte Frage die Aufnahme des Wassers. Sicher wird festgestellt, daß eine solche durch die Körperhaut hindurch bei unmittelbarer Berührung mit dem Wasser erfolgen kann, unter günstigsten Umständen bei Nacktschnecken in Mengen, die einen Gewichtszuwachs von über 70 % bedeuten. Die Aufnahme selbst soll nicht durch Interzellularräume des Körperepithels erfolgen, sondern einmal durch das Plasma der Epithelzellen selbst und vor allem durch die Schleimzellen, deren zähes Schleimsekret das Wasser zunächst einsaugen und dann an das Unterhautbindegewebe weitergeben soll. Der Beweis basiert hauptsächlich auf der Eigenschaft des Schnecken-schleimes, enorme Mengen von Wasser aufnehmen zu können. Eine Aufnahme des Wassers erfolgt aber in noch höherem Maße durch die Mundöffnung, durch förmliches Auflecken, und die derart zugeführten Wassermengen können bei Nacktschnecken das Vierfache des Körpergewichts übersteigen. Das durch die Haut aufgenommene Wasser wird in das Unterhautbindegewebe weitergeleitet, das getrunkenes Wasser wird von der Leber resorbiert und gelangt von da in die venösen Bluträume.

Die Wasserabgabe erfolgt fast vollständig durch Verdunstung. Zahlreiche Versuche erläutern das äußere Verhalten der Schnecken gegenüber der Austrocknung. Nacktschnecken können bei ursprünglich hohem Wassergehalt einen Wasserverlust von 60 bis 80 % ihres Körpergewichts ertragen, Gehäuseschnecken etwas weniger. Letztere besitzen in ihrer Schale, in

den besonderen Verschlößmöglichkeiten der Schalenmündung (durch Mantelränder, Schleim- und Schutzhäute, durch das Epiphragma) sehr wirksame Schutzmittel gegen das Austrocknen. Überaus umfangreiche Versuchsreihen geben Aufschluß über zahlreiche Einzelheiten (Ausdauer der verschiedenen Arten gegen Trockenheit, zeitlichen Verlauf des Austrocknungsvorganges, Einfluß der Jahreszeiten usw.). Ein besonderes Kapitel ist im Anschluß hieran dem eigenartigen Einfluß des wechselnden Wassergehaltes auf Aussehen und Betätigung der verschiedenen Organsysteme, auf den Körperschleim, auf die Blutzusammensetzung, auf Verdauungstraktus und auf Geschlechtsorgane gewidmet. Biologische Beobachtungen vervollständigen die gewonnenen Ergebnisse.

Ein zweiter Teil enthält eine Schilderung von Zuchtversuchen zur Klärung der Geschlechtsverhältnisse. Wir erfahren Methodisches über Zuchtbehälter, Pflege der Brut, Ernährung; es schließen sich an Beobachtungen an lebenden Embryonen der verschiedenen Nacktschnecken, weiter über Dauer der Embryonalentwicklung, über Wachstum, Körpergröße, Vererbung, über Geschlechtsreife, Paarung, Eiablage, Lebensdauer. Viele Einzelheiten aus den Lebensverhältnissen unserer Schnecken erfahren dadurch eine erfreuliche Klärung. Das weitaus Bedeutsamste sind die Zuchtversuche Verfassers zum Nachweis der Selbstbefruchtung bei Nacktschnecken. Mit Sicherheit ist die Feststellung gelungen, daß sowohl *Arion* empiricorum wie *Limax cinereoniger* sich über mehrere Generationen hinweg in Selbstbefruchtung fortpflanzen vermögen. Ermöglicht wird diese Selbstbefruchtung dadurch, daß das eigene Sperma einer Schnecke in das eigene *Receptaculum seminis* gelangt, hier die charakteristischen Veränderungen (bestehend vor allem in einer Auflösung des Schwanzfadens) durchmacht und nunmehr in gleichem Maße wie die von einem anderen Tier empfangenen Samenfäden zur Befruchtung der eigenen Eier befähigt ist.

Dieser Nachweis ist von großem allgemeinen Interesse, er gehört neben den Feststellungen des Verfassers über die eminente Bedeutung des Wassers für den Schneckenkörper zu den wichtigsten Ergebnissen dieses an biologischen Beobachtungen reichen Buches. Langwierige mühselige Züchtungen und Versuche voll aufopfernder Hingabe waren es zumeist, denen Verfasser seine Ergebnisse verdankt; nur mit Bedauern muß man daher beim Lesen empfinden, daß nicht überall in vollem Umfang das Rüstzeug moderner physiologischer und histologischer Forschung zur Verfügung stand, wie es für die restlose Ausnützung dieses mit so viel Fleiß und Mühe gewonnenen Untersuchungsmaterials zu wünschen gewesen wäre. *J. Meisenheimer, Leipzig.*

Katz, J. R., Die Gesetze der Quellung. Eine biochemische und kolloidchemische Studie. Erster Teil: Die Quellung in Wasser ohne Komplikationen. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1916. 182 S.

Das Buch enthält eine Zusammenfassung der Versuche, die der Verf. in den Jahren 1905—1916 ausgeführt hat, um die Gesetze der Quellung zu ermitteln. Nach einer Einleitung, in der die Bedeutung der Quellung für die biologischen Wissenschaften hervorgehoben und eine nähere Charakterisierung der Quellung u. a. gegeben wird, geht der Verf. zur Besprechung seiner eigenen Versuchsergebnisse über. Dieselben beziehen sich auf die Abhängigkeit der Dampfspannung, Quellungswärme, Volumenkontraktion und spezifischen Wärme vom Quellungsgrad.

Die gefundenen Gesetzmäßigkeiten werden in Tabellen und Kurven ausgedrückt, aus welchen hervorgeht, daß bei allen untersuchten quellenden Körpern übereinstimmend recht einfache Beziehungen sich nachweisen lassen, nicht nur bei den amorphen kolloiden, sondern auch bei den quellenden Kristallen von Eiweiß, Hämoglobin usw. So haben die „hygrometrischen Linien“ (Dampfdruck-Konzentrationsdiagramme) fast alle eine charakteristische S-förmige Gestalt, derart, daß zunächst, wie bei der Adsorption, anfangs bei kleiner Dampfdruck-erhöhung sehr viel Wasser aufgenommen wird, dann allmählich weniger, schließlich aber nahe der Tension des gesättigten Dampfes (abweichend von der Adsorption) wieder sehr viel.

Die Quellungswärme ist immer stark positiv und läßt sich in ihrer Abhängigkeit vom Quellungsgrade durch eine rechtwinklige Hyperbel gut darstellen. Die Volumenkontraktion ist gleichfalls stark positiv, und ihre Abhängigkeit vom Quellungsgrade gehorcht derselben Gesetzmäßigkeit wie die Quellungswärme. Das Verhältnis von Volumenkontraktion und Wärmetönung ist bei verschiedenartigen quellbaren Körpern von der gleichen Größenordnung und liegt zwischen $10 \cdot 10^{-4}$ und $32 \cdot 10^{-4}$ ccm/Kal.

Da der Verf. große Ähnlichkeit zwischen Quellung und Auflösung (z. B. von Wasser in schwerflüchtigen Stoffen wie Glycerin, Schwefelsäure usw.) findet, so wendet sich hier, einem Prinzip zuliebe, gegen erwiesene Tatsachen und versucht dieselben auf Grund nicht zutreffender Annahmen zu bezweifeln. Dieser etwas extreme Standpunkt führt ihn auch zu einer Gegnerschaft gegenüber der Mizellartheorie *Nägels*, der *Bütschli*schen Wabentheorie und der neueren im Ultramikroskop gefundenen Tatsachen.

Diese etwas einseitige Betonung einer Auffassung des Gegenstandes gereicht den sonst vielfach vortrefflichen Ausführungen des Verf. nicht zum Vorteil; er wendet sich hier, einem Prinzip zuliebe, gegen erwiesene Tatsachen und versucht dieselben auf Grund nicht zutreffender Annahmen zu bezweifeln.

Die Ausführungen des Verf. über das Gel der Kieselsäure bieten ein lehrreiches Beispiel dafür, wie leicht gänzlich verschiedene Vorgänge durch Kurven gleicher Art dargestellt werden können, und wie man durch Vergleich der Kurvenbilder — wenn man nicht alle Umstände in Betracht zieht — zu irrigen Folgerungen über die zugrundeliegenden Vorgänge kommen kann.

Das trockene Gel der Kieselsäure ist vom Verf. irrtümlich als quellender Körper aufgefaßt worden, obgleich diese Substanz in gewöhnlichen Lösungsmitteln gar nicht quillt weder in Wasser noch in einer anderen gegenüber Kieselsäure indifferenten Flüssigkeit oder deren Dämpfen. Die Volumenkonstanz des eingetrockneten Gels bei der Flüssigkeitsaufnahme ist von *van Bemmelen* bewiesen und später vielfach beobachtet worden.

Die Wasseraufnahme des trocknen Gels beruht geradeso wie bei Holzkohle und porösen Tonscherben auf Auffüllung der Hohlräume durch die Flüssigkeit, deren Eindringen man hier sogar mikroskopisch verfolgen kann. (Die darin enthaltene Luft wird komprimiert und zersprengt schließlich unter reichlicher Entweichung von Luftblasen die Gelstücke.) Dasselbe Bild zeigt sich bei Anwendung jeder beliebigen Flüssigkeit. (Vgl. *Zsigmondy*, Kolloidchemie, Leipzig 1912. wo dieser Gegenstand eingehend behandelt ist und auch die nötigen Literaturnachweise sich finden.)

Des weiteren ist von *Bütschli* gezeigt worden, daß die Hohlräume mit den verschiedensten Substanzen, auch Ölen und Harzlösungen, erfüllt werden können. *Bachmann* hat ferner nachgewiesen, daß die maximale Aufnahme von Flüssigkeiten nach Maßgabe der vorhandenen Hohlräume erfolgt, indem die darin enthaltene Luft durch gleiche Volumina der verschiedenartigsten Flüssigkeiten ersetzt werden kann, genau so wie in einem porösen Tonscherben.

Gänzlich anders verhalten sich die nicht mehr nachweisbar porösen aber quellenden Substanzen, wie Gummi arabicum, Gelatine, Copal usw. Diese lassen, in Flüssigkeiten gebracht, in der Regel keine Luft entweichen, und sie verhalten sich den einzelnen Lösungsmitteln gegenüber ganz verschieden: in der Mehrzahl derselben bleiben sie unverändert (vergrößern nicht ihr Volumen und nehmen auch nichts davon auf); in einzelnen Flüssigkeiten dagegen quellen sie unter mächtiger Volumenvergrößerung und Flüssigkeitsaufnahme.

Diese Aufnahme ist geradeso wie die Löslichkeit der Stoffe im allgemeinen eine durchaus spezifische, von der Natur der in Betracht kommenden Substanzen abhängige, im Gegensatz zum Verhalten des Gels der Kieselsäure, das sich diesbezüglich allen Flüssigkeiten gegenüber gleich verhält. Wenn also die Quellung in der Tat viele Ähnlichkeit mit dem Prozeß der Auflösung besitzt, wie Verf. mit Recht betont und eingehend erwiesen hat, so ist er im Unrecht, wenn er das Gel der Kieselsäure mit hereinzieht.

In dem Bestreben zu zeigen, daß auch beim Gel der Kieselsäure die Gesetze der Aufnahme dieselben sind wie bei der Quellung, entnimmt der Verf. aus den vielgestaltigen Diagrammen *van Bemmelen*s eines, dessen Form den *Katz*schen hygrometrischen Kurven am meisten ähnlich sieht, nämlich eines gealterten Gels der Kieselsäure, also einer Substanz, die womöglich in Wasser noch weniger quellungsfähig ist als die frisch bereiteten. Durch die äußerliche Übereinstimmung der Kurven ist aber nicht der Beweis geliefert, daß das betreffende Gel ein quellbarer Körper ist, sondern nur ein recht schlagendes Beispiel dafür gegeben, daß gänzlich verschiedene Vorgänge einen Verlauf besitzen können, der durch Kurven von ähnlicher Gestalt ausgedrückt werden kann¹⁾.

Verf. hat selbst in seinen interessanten Untersuchungen auf einen hierher gehörigen Fall hingewiesen, nämlich den der Adsorptionsisothermen, die einen Verlauf zeigen, der sich, wenigstens innerhalb gewisser Gebiete, durch dieselbe Formel ausdrücken läßt. Er betont mit Recht, daß damit kein Beweis geliefert ist, daß im Fall der Quellung Oberflächenadsorption vorliegt, denn auch bei der Wasseraufnahme durch konzentrierte Schwefelsäure, Phosphorsäure usw. läßt sich der Vorgang wenigstens anfangs durch die Adsorptionsisotherme darstellen.

Daß echte Adsorption, z. B. die Aufnahme von Gasen durch Kohle, und Quellung zwei verschiedene Vorgänge sind, geht bekanntlich schon daraus hervor, daß bei dieser der quellende Körper unter Flüssigkeitsaufnahme sein Volumen vergrößert und dabei alle wesentlichen Eigenschaften, Festigkeit, Elastizität usw. ändert, während der adsorbierende Körper alle diese Veränderungen

¹⁾ Dadurch und durch Hinweglassung der für die Beurteilung des Vorgangs sehr wichtigen Hysteresis in der *van Bemmelen*schen Kurve hat Verf. seinen Gegnern unvorsichtigerweise eine scharfe Waffe in die Hand gedrückt. Denn es wird wahrscheinlich, daß er ebenso wie hier auch in anderen Fällen die Porosität übersehen oder nicht beachtet hat.

nicht erleidet. Bei der echten Adsorption handelt es sich um Verdichtung oder Aufnahme von Molekülen an Oberflächen ohne Veränderung des Zusammenhanges, bei der Quellung um Aufnahme von Molekülen unter Veränderung der Zusammensetzung und Verminderung der Kohäsion der festen Substanz¹⁾.

Eine Grundlage für eine gemeinsame Erklärung beider Vorgänge kann vielleicht doch gefunden werden. Verf. kommt auf Grund zahlreicher Versuche zu der Folgerung, daß die Quellung als nach den Gesetzen der idealen konzentrierten Lösungen erfolgender Lösungsvorgang hauptsächlich auf Attraktion zwischen den kleinsten Teilchen des Wassers und des festen Körpers beruht, während der Diffusionsdrang (das Ausbreitungsbestreben der Moleküle auf Grund der Diffusion) hierbei eine untergeordnete Rolle spielt.

Da nun nach Arrhenius die echte Adsorption gleichfalls auf Molekularattraktion (zwischen den Molekülen des adsorbierten Körpers und der Oberfläche) aufzufassen ist, können beide Erscheinungen auf dieselbe Ursache zurückgeführt werden, wobei noch unentschieden bliebe, welche Art Kräfte die Verdichtung resp. das Eindringen des Wassers und der anderen Moleküle herbeiführen: Anziehungskräfte nach Art derjenigen, welche in der Kapillarität eine Rolle spielen, oder chemische Valenzen, vielleicht Nebenvalenzen im Sinne von Werner; vermutlich werden beide Arten von Attraktion dabei beteiligt sein.

Übereinstimmung beider Vorgänge besteht auch darin, daß bei der Quellung wie bei der Adsorption die ersten Moleküle des aufgenommenen Gases oder der Flüssigkeit besonders stark festgehalten werden, und daß dabei eine beträchtliche Wärmeentwicklung stattfindet.

Nun kommen wir zum Hauptpunkt der Monographie. Verf. hat, wie erwähnt, durch umfangreiche Untersuchungen festgestellt, daß weitgehende Analogie zwischen Quellung und Auflösung besteht, und nimmt an, daß erstere daher als Bildung einer festen Lösung von Wasser usw. im quellbaren Körper anzusehen ist; er hebt ferner hervor, daß die gequollene Substanz nicht als ideale verdünnte, sondern als ideale konzentrierte Lösung anzusehen ist, denn nur mit letzterer zeigt sich weitgehende Analogie im Verlauf der Diagramme. Diese Auffassung des Quellungsvorgangs veranlaßt ihn auch, die gequollenen Körper als homogene Mischungen anzusehen, und zu der erwähnten Opposition gegenüber der Mizellartheorie und vielen Errungenschaften der Kolloidchemie.

Solche Gegnerschaft ist aber garnicht erforderlich, und zwar aus folgenden Gründen: eine weitgehende räumliche Homogenität wie bei den kristalloiden Lösungen besteht bei den gequollenen Körpern gewiß nicht schon wegen der Größe der Moleküle.

Dann zerfallen die quellenden aber löslichen Kolloide, wie Eiweiß, Gelatine, Casein usw., bei der Auflösung in der Regel nicht in Moleküle (wie Zucker in Wasser), sondern in zuweilen recht große Komplexe, die sich auf verschiedene Weise zu erkennen geben. Man erhält also Kolloidlösungen, deren Teilchen sich sowohl optisch wie mechanisch (letzteres z. B. durch Ultrafiltration) nachweisen lassen.

Bezüglich der verdünnten Kolloidlösungen (solche, deren Teilchenabstände groß sind gegenüber dem

Teilchendurchmesser) hat nun die Kolloidphysik den exakten Nachweis erbracht, daß sie trotz der Größe ihrer Teilchen sich wie ideale verdünnte Lösungen verhalten, und daß bei ihnen das *Boyle-van't Hoff'sche* Gesetz Gültigkeit besitzt.

Die kinetische Theorie der Brownschen Bewegung macht gar keinen wesentlichen Unterschied zwischen Molekülen und größeren suspendierten Teilchen, und sie hat, wie zahlreiche sorgfältige Untersuchungen von Perrin, The Svedberg nebst Schülern, Richard Lorenz, A. Westgren u. a. bewiesen haben, recht behalten¹⁾. Die Ultramikronen der kolloiden Lösungen verhalten sich wie Moleküle von sehr großer Masse und kleiner Geschwindigkeit; ihre kinetische Energie ist aber dieselbe wie die der Gasmoleküle.

Wenn nun einerseits die verdünnten Kolloidlösungen sich wie ideale verdünnte, die konzentrierten in den gequollenen Körpern aber nach Katz wie ideale konzentrierte Lösungen verhalten, so ist es naheliegend anzunehmen, daß auch hier die Größe und Masse der Einzelteilchen nicht in Betracht kommt, d. h., daß die vom Verf. untersuchten Eigenschaften auch im Gebiet der Quellung von der Natur und Größe der Einzelteilchen unabhängig sind, gleichgültig ob es sich um Moleküle oder um Molekularaggregate handelt.

Eine Entscheidung darüber, ob die in die quellenden Körper eindringenden Flüssigkeiten sich zwischen die einzelnen Moleküle oder zwischen ultramikroskopische Aggregate derselben lagern und diese voneinander trennen, ist auf Grund der graphischen Darstellung der untersuchten Vorgänge nicht zu treffen; die vom Verf. gefundenen Gesetzmäßigkeiten behalten ihre Gültigkeit, auch wenn letzteres der Fall ist, ja, ihr Wert wird sogar erhöht, wenn sie den Fall der mizellaren Trennung mit einschließen. Wir kommen so zu der vom Verf. gewünschten einfachen Darstellung der Gesetze, ohne daß damit ein Rückschritt auf dem Gebiete der Kolloidchemie angebahnt würde.

Ogleich, wie wir gesehen haben, Referent sich nicht mit allen Ausführungen des Verf. einverstanden erklären kann, möchte er nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß das Buch einen sehr wertvollen Beitrag zur Kenntnis der Quellung enthält und wir es hier mit der zusammenfassenden Darstellung eines durchaus eigenartigen Autors zu tun haben, der es versteht, neue Gesichtspunkte und Anregungen in dieses keineswegs einfache Gebiet hineinzubringen.

R. Zsigmondy, Göttingen.

Pregl, Fritz, Die quantitative organische Mikroanalyse.

Berlin, J. Springer, 1917. VIII, 189 S. und 38 Fig. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 9,—.

Dubsky, I. V., Vereinfachte quantitative Mikroelementaranalyse organischer Substanzen. Leipzig, Veit & Co., 1917. 48 S. Preis geb. M. 2,40.

Über die Ziele und Methoden der mikrochemischen Analyse sind die Leser dieser Zeitschrift von berufenster Seite wiederholt unterrichtet worden und sind daher über die wichtigsten Einzelheiten dieser Forschungsrichtung orientiert. Die Vorteile des Arbeitens mit minimalen Stoffmengen in der Chemie kann nicht hoch genug bewertet werden. Es handelt sich nicht nur um Material- und Zeitersparnis, so wichtig diese bei chemischen Untersuchungen auch sind, auch nicht um geistreich ausgesonnene methodische Neuerungen, so sehr jeder methodische Fort-

¹⁾ Daß bei der Adsorption im allgemeinen Lösung von Gasmolekülen in der Substanz des Adsorbens vorläge, ist aus mehreren Gründen unwahrscheinlich. (Vgl. darüber H. Freundlich, Kapillarchemie, ferner W. Mecklenburg, Naturw. Wochenschrift 15, 411 [1916].)

¹⁾ Vgl. diesbezüglich die vorzügliche Darstellung des Gegenstands von M. v. Smoluchowski, Physik. Z. 17, S. 557 bis 571 (1916).

schrift als solcher begrüßt werden muß. Auch hier wird vielfach die „Quantität zur Qualität“! Die Methodik wirkt befruchtend auf die Fragestellungen und ermöglicht die Lösung von Problemen, die erst mit Hilfe der Mikrochemie in Angriff genommen werden können. Es genügt z. B., nur auf die Wichtigkeit der Mikrochemie bei der biologischen Forschung hinzuweisen, wo die zu untersuchende Menge von der Natur gegeben ist und bei welcher man auch darauf bedacht sein muß, durch den Eingriff der Untersuchung (so bei der Stoffentnahme) die bestehenden Verhältnisse möglichst nicht zu stören.

Naturngemäß mußte sich auch der Wunsch regen, sich mit den neuen Methoden vertraut zu machen. Diesem Wunsch kommt nun das Werk von *Pregl* in ganz ausgezeichnete Weise entgegen. Der Verfasser gehört zu den Begründern und Pionieren der neuen Forschungsmethode, der selbst in jahrelanger Arbeit bestrebt war, die in Frage kommenden Methoden auszubauen und zu verbessern. Als Leiter eines großen Laboratoriums war er auch in der Lage, durch täglichen Verkehr mit Mitarbeitern praktisch die einzelnen Handgriffe zu erproben und auch in didaktischer Hinsicht große Erfahrung zu sammeln. Diese didaktischen Erfahrungen sind aber sehr wichtig, da der „erzieherische Wert“ der Mikrochemie bedeutend ist. Sie fordert ja noch ganz anders wie die bisherigen Methoden ein peinlich genaues Arbeiten — eine „chemische Asepsis“, wie der Verfasser sich ausdrückt — und auch die quantitative Denkweise wird durch die Mikrochemie sehr gefördert.

Was den Inhalt des Werkes kurz anlangt, so folgen nach Erörterung der mikrochemischen Wege von *Kuhlmann* und deren Handhabung die Bestimmung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs in kleinsten Mengen organischer Substanzen, der Mikro-Dumas und der Mikro-Kjeldahl, die mikroanalytische Bestimmung der Halogene, des Schwefels, des Phosphors, die quantitative Mikroelektroanalyse, die mikroanalytische Karboxyl-, Methoxyl-, Äthoxylbestimmung, die Bestimmung des Molekulargewichts in kleinen Mengen organischer Substanz, die Reinigung kleiner Substanzmengen und die Berechnung der ausgeführten Mikroanalysen. — Die Erörterung der Methoden ist durchwegs anschaulich, klar und ins Einzelne gehend, so daß jeder befähigt ist, nach den gegebenen Vorschriften sich die Technik der Mikrochemie anzueignen. Übersichtliche Abbildungen erleichtern das Verständnis.

In dem zweiten der im Titel angeführten Werke sind mehrere Vereinfachungen in der Mikroanalyse angegeben, die wohl eine große und schnelle Verbreitung der Methoden verbürgen. Den Interessenten kann das Studium der Schrift nur empfohlen werden.

P. Rona, Berlin.

Astronomische Mitteilungen.

Der spektroskopische Doppelstern β Lyrae. β Lyrae ist nächst Algol der am längsten bekannte periodisch veränderliche Stern; sein periodischer Lichtwechsel wurde 1784 von dem 19jährigen Taubstummen *John Goodricke* in York entdeckt; Hauptminima werden im Sommer 1917 am 5. und 18. Juni mit bloßem Auge zu beobachten sein; hierzu das Sternkärtchen, Fig. 1. Im Hauptminimum ist β Lyrae ungefähr so lichtschwach wie ζ Lyrae, im Maximum steht er γ Lyrae nur 0,16 Größenklassen nach.

Man hat β Lyrae nicht ohne Grund als „Problem-

stern“ bezeichnet; das erste Problem, das er uns stellt, ist das *säkulare Anwachsen seiner Periode*. *Goodricke* bestimmte sie 1784 zu 12,8 Tagen; in den letzten 60 Jahren wuchs sie von 12,908 auf 12,922 Tage an. Das kann kein Fehler unseres irdischen Zeitmaßes sein, denn — ganz abgesehen von den unzähligen Kontrollen für unsere Zeitmessung, die uns die Bewegungsvorgänge in unserem Planetensystem liefern — andere Veränderliche zeigen kein Anwachsen der Periode. Es muß also wohl eine besondere Störung der Periode von β Lyrae vorliegen. Man kann diese Störung auf äußere Kräfte, z. B. eine im übrigen unbekannte dritte Komponente unseres Doppelsterns, zurückzuführen suchen oder auf innere Kräfte, z. B. Flutreibung. *G. H. Darwin* hat eine besonders auf den letzteren Fall zugeschnittene graphische Methode entwickelt, die säkularen Störungen einer Doppelsternbahn zu überschlagen: *Proceed. of the R. Society of London*, vol. 29, 1879, S. 168—181 = *Scientific Papers by Sir G. H. Darwin*, vol. 2, Cambridge 1908, S. 195—207.

Das zweite Problem gibt uns β Lyrae durch sein *Spektrum* auf: ein Gewirre dunkler Linien, heller Linien und Banden, die in verwickelter Weise, jedoch synchron mit dem periodischen Lichtwechsel pulsieren. Diese Linienverschiebungen lassen sich nicht restlos nach dem Dopplerschen Prinzip erklären, doch hebt sich ein Absorptionsspektrum ab, dessen Oszillationen dem Dopplerschen Prinzip genügen und, nach *Curtiss*, eine

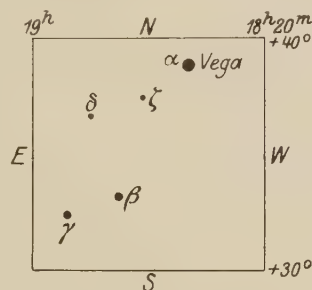


Fig. 1. Sternbild der Leier
 α , β , γ , δ , ζ Lyrae.

Bahngeschwindigkeit von 184,4 km/sec für die eine (die an Masse kleinere) Komponente des Doppelsterns, bezogen auf den Schwerpunkt des Systems, ergeben. Vergleicht man diese Zahl und die Periodenlänge mit den entsprechenden Werten für die Erde (29,76 km/sec und 1 Jahr), so ergibt sich nach Grundsätzen der Himmelsmechanik zwischen den Massen M , m und \odot der großen, der kleinen Komponente und der Sonne die Beziehung

$$M = 8,41 \cdot \odot \cdot (1 + m/M)^2;$$

die größere der beiden Massen ist demnach mindestens achtmal so groß wie die Masse unserer Sonne.

Als drittes Problem sei die Frage erwähnt, ob im interstellaren Raum die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts von der Wellenlänge abhängt. *K. Schwarzschild* stellte in seinen „Beiträgen zur photogr. Photometrie der Gestirne“, *Public. der v. Kuffnerschen Sternwarte Wien-Ottakring*, Bd. 5, Wien 1900, S. 123 bis 128 folgendes fest: Das photographische und das optische Hauptminimum von β Lyrae zeigen keine Zeitdifferenz gegeneinander, sondern verlaufen merklich synchron. In Ansehung der Beobachtungsgenauigkeit besagt dies, daß sie höchstens 5 Stunden auseinanderliegen können. Nun kann man nach einer auf neuerer Statistik beruhenden Abschätzung von *H. N. Russell* und *Harlow Shapley*, *Astroph. Journ.* vol. 40, 1914,

S. 423, unsere Entfernung von β Lyrae mit großer Wahrscheinlichkeit auf 620 Lichtjahre veranschlagen, entsprechend einer Parallaxe von nur $0''.005$; die zwischen 5500 und 4350 Å gemessene Dispersion im interstellaren Raum kann also, wenn sie überhaupt existieren sollte, höchstens $\pm 9 \cdot 10^{-7}$ betragen. In einem nachfolgenden Referat soll über eine noch weit schärfere Abschätzung berichtet werden.

Neuere Literatur:

a) Spektrum von β Lyrae:

Ralph H. Curtiss, Publ. of the Allegheny Observ. of the Univ. of Pittsburgh, vol. II, S. 73—120, 1911—12.

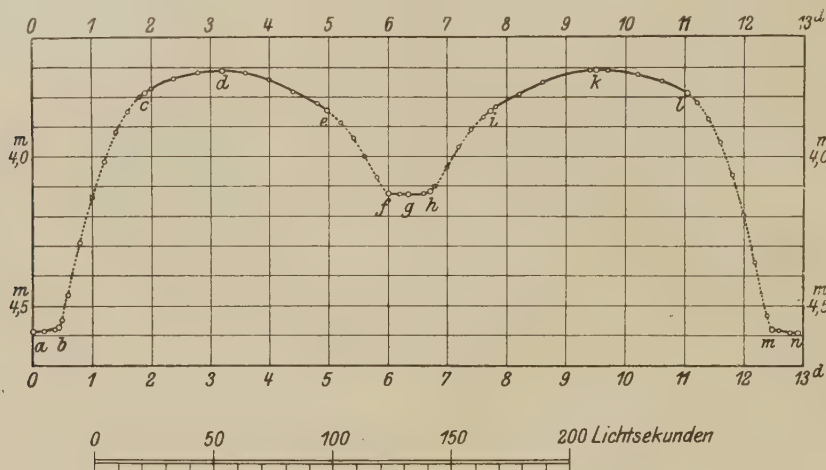


Fig. 2. Lichtkurve von β Lyrae, nach Guthnick und Prager.

Phase = Anzahl der Tage seit dem Haupt-Minimum.

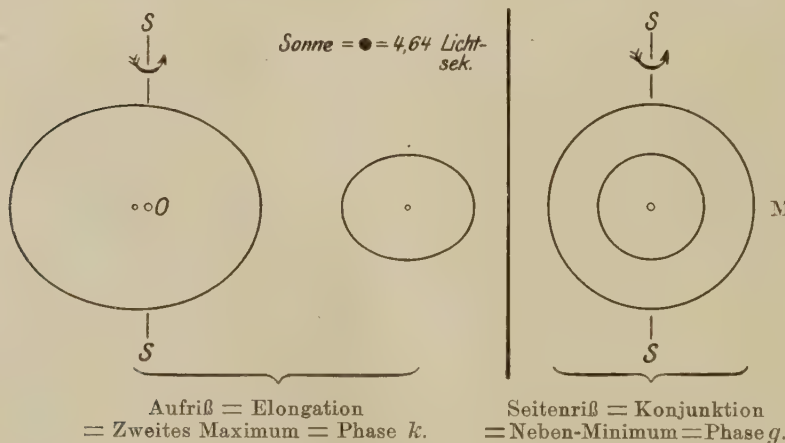


Fig. 3. Doppelstern-Modell für β Lyrae.

Maßstab = Ein Billiontel der natürlichen Größe.

b) Lichtkurve von β Lyrae:

Ralph H. Curtiss, Publ. of the Astron. Detroit-Observ. of the Univ. of Michigan, vol. I, S. 87—103, Ann Arbor (Mich.) 1913.

Joel Stebbins, Lick Observatory Bulletin, vol. 8, Nr. 277, S. 186—192, Berkeley (Calif.) 1916.

P. Guthnick und R. Prager, Berl. Ber. 1917, Nr. 12, S. 222—242.

Die beiden letztgenannten Arbeiten bringen als besonderen Fortschritt die Anwendung der *lichtelektrischen Rubidiumzelle*, vgl. „Die Naturwissenschaften“, 3. Jahrg. 1915, S. 53. Die Messungen von Guthnick und Prager führen auf die in Fig. 2 wiedergegebene Lichtkurve. Die Helligkeit des Vergleichssterne γ Lyrae (Fig. 1) ist gleich 3m,550 gesetzt. Dann ergibt sich die Helligkeit von β Lyrae in beiden Maximis, Punkte d und k der Lichtkurve, zu 3m,712, im Nebenminimum, Punkt g der Lichtkurve, zu 4m,129, im Hauptminimum, Punkte n und a der Lichtkurve, zu

4m,589. Gesamte Schwankung also gleich 0,877 Größenklassen.

Es entstand nun die Aufgabe, diese Lichtkurve, die in ihren allgemeinen Zügen schon Argelander bekannt war, durch ein mechanisches Modell zu deuten. Die von G. W. Myers, Astroph. Journ. 7, 1898, S. 1 a. gestellte „Bedeckungshypothese“ ist heute für β Lyrae von den meisten Forschern angenommen. Nach ihr besteht β Lyrae aus zwei Sternen, die in 12,92 Tagen einen Umlauf um den Schwerpunkt ihres Systems machen. Da die Erde sich ungefähr in der Bahnebene befindet, so wird bisweilen die eine Komponente ganz

oder teilweise durch die andere Komponente verdeckt, wenn für unser Auge diese vor jener vorüberzieht.

Bei dem bekannten Veränderlichen Algol kommt man nun mit der Hypothese aus, beide Komponenten seien Kugeln; bei Algol ist nämlich die maximale Helligkeit längere Zeit konstant. Nicht so bei β Lyrae, dessen Helligkeit sich auch im Maximum, bei cde und ikl der Lichtkurve, stetig ändert. Diese Schwierigkeit löst Myers durch die Annahme, beide Körper seien *Ellipsoide*, deren große Achsen dauernd mit der Verbindungslinie der Mittelpunkte beider Ellipsoide zusammenfallen. Beim Umlauf der Ellipsoide um den Systemschwerpunkt bieten diese uns dann Konturen („Scheiben“) von wechselnder Flächengröße dar, dies bedingt einen stetigen „Rotations-Lichtwechsel“, der der Lichtkurve auch im Maximum die beobachtete Rundung verleiht.

Im Interesse der rechnerischen Einfachkeit setzt Myers zwei Umdrehungs-Ellipsoide voraus, die einander

geometrisch ähnlich seien. Dies Myerssche Modell, mit den vorläufigen Konstanten gerechnet, welche *Guthnick* und *Prager* aus dem das Nebenminimum umgebenden Teil ihrer Lichtkurve ableiteten, ist in Fig 3 dargestellt. In dieser ist unter „Lichtsekunde“ eine Strecke von 300 000 km zu verstehen. Die im gleichen Maßstab eingezeichnete Sonne hat 4,64 Lichtsekunden Durchmesser; die halbe große Achse der Erdbahn mißt 498,5 Lichtsekunden. Die Flächenhelligkeit ist auf jedem der beiden Ellipsoide gleichförmig verteilt, auf dem kleineren indessen 2,9-mal so groß wie auf dem größeren Ellipsoid.

Die Fig. 3 stimmt nur für das durch *Curtiss'* Spektraluntersuchung wahrscheinlich gemachte Massenverhältnis $m/M = 1/20$; für andere Werte von m/M , beispielsweise den gleichfalls von *Curtiss* als möglich erörterten Fall $m = M$, würde in Fig. 3 die zwischen den Achsenlängen und dem Abstände der Ellipsoide bestehende Proportion unverändert bleiben, nur der Maßstab sich ändern und außerdem der Schwerpunkt *O* des Systems sich verlagern. Durch den letzteren geht die Achse *SS*, um welche das Ganze in 12,92 Tagen einmal rotiert, abgesehen von einer geringen Exzentrizität der Bahn.

Die totale Bedeckung des kleinen Ellipsoids durch das große reicht von *m* bis *n* und *a* bis *b* der Lichtkurve; die ringförmige Bedeckung des großen Ellipsoids durch das kleine, das dann hell auf dunklem Grund erscheint, reicht von *f* bis *h*; die gestrichelten Verbindungsbögen in der Lichtkurve entsprechen partiellen, d. h. sichelförmigen Bedeckungen, die Kuppen *cde* und *ikl* der Lichtkurve sind bedeckungsfreie Zeiten.

Soviel über das Myersche Modell. Es kann nur als ein vorläufiges Schema gelten. Für die effektiven Halbachsen der Ellipsoide ergeben sich, nach *Guthnick* und *Prager*, aus dem Hauptminimum nicht dieselben Werte, wie aus dem Nebenminimum, sondern etwa um 20 % größere Werte. Das läßt vermuten, daß das große Ellipsoid eine ausgedehnte *Atmosphäre* von lichtabsorbierenden Eigenschaften um sich hat. Auch eine *gemeinsame Gashölle* um beide Körper steht in Frage, desgleichen ein *Helligkeitsabfall* nach dem Rande der scheinbaren Sternscheiben hin, wie wir ihn an unserer Sonne kennen. Auch der spektroskopische Befund führte *Curtiss* auf ähnliche Hypothesen.

Wenn es noch nicht gelungen ist, die Verhältnisse auf β Lyrae völlig zu klären, so liegen die Schwierigkeiten nicht sowohl auf dem Gebiet der Berechnung der Modellkonstanten aus der Lichtkurve, als vielmehr darin, den qualitativen Aufbau dieses Sterns zu erraten aus den geheimnisvollen Zeichen, die er uns in seinem Spektrum schickt. Die durch *Curtiss* sehr geförderten Forschungen nach dieser Richtung hin sind noch in vollem Gange. Eine besondere Erschwerung bereiten gewisse *Störungen*, die den regelmäßigen periodischen Ablauf der Vorgänge auf β Lyrae zeitweilig zu verwischen scheinen, so daß dann aufeinanderfolgende Perioden nicht ohne weiteres vergleichbar sind und die Einzelergebnisse verschiedener Forscher oft einander widersprechen. Vielleicht wird die Untersuchung anderer Doppelsterne von einfacherem Charakter rascher zu neuen Gesichtspunkten hinführen, die den richtigen Angriffspunkt für das Problem β Lyrae erkennen lassen.

Parallaxe des Barnardschen Sterns. Für jenen merkwürdigen Stern zehnter Größe, dessen Eigenbewegung an der Sphäre, wie *E. E. Barnard* (Yerkes-

Observatory) im Sommer 1916 entdeckte, jährlich $10''.3$ beträgt und damit alle bisher bekannten Eigenbewegungen übertrifft, liegen jetzt die ersten vorläufigen Parallaxenmessungen von *H. N. Russell* (Princeton Univ. Observ.) und von *Fr. Schlesinger* (Allegheny Observ.) vor: *Astronomical Journ.* 30, Nr. 705, Albany N. Y., 1917, S. 73—76. Hiernach ist dieser Stern unseres Wissens der *zweitnächste Nachbar unseres Sonnensystems*, seine Parallaxe beträgt $0''.70$ (*Russell*) oder $0''.50$ (*Schlesinger*); unser nächster Nachbar, der Doppelstern α Centauri, hat $0''.76$ Parallaxe. Die Geschwindigkeit des Barnardschen Sterns beträgt 118 km/sec und schließt mit der Richtung zur Sonne einen Winkel von nur 33° ein, der Stern kommt uns also rasch näher, bis seine Parallaxe in 9000 Jahren, wie *Russell* berechnet, mit $1''.3$ ihr Maximum erreicht. An Leuchtkraft gehört er zu den schwächsten, die wir kennen, sein Gesamtlicht beträgt nur $1/4000$ des Sonnenlichtes. Sein Ort an der Sphäre ist gegenwärtig $17\text{ h } 53\text{ m } 47\text{ s}$ Rektaszension $+ 4^\circ 27' 56''$ Deklination.

O. Birck, Potsdam.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Englische Bestrebungen zur Förderung der Naturwissenschaften. Die Erkenntnis, daß Englands Unterrichtswesen auf dem Gebiete der Naturwissenschaften seit Jahren mancherlei zu wünschen übrig gelassen hat, ist schon vor mehreren Jahrzehnten von dem großen Naturforscher *Huxley* in zahlreichen Essays vertreten worden, die auch heute noch sehr lesenswert erscheinen. Der Weltkrieg hat aber auch die Öffentlichkeit davon überzeugt, daß das englische Unterrichtswesen, was den Unterricht in den Schulen und den Hochschulen anbetrifft, in gleicher Weise hinter vielen berechtigten Forderungen der modernen Zeit zurückgeblieben ist. Man kann nicht sagen, daß diese Erkenntnis dem englischen Volke vorenthalten worden ist, denn seit Beginn des Krieges ist wohl in England kein unpolitisches Thema in der Öffentlichkeit, in Vorträgen, Büchern und Zeitungsaufsätzen mehr behandelt worden als die Rückständigkeit im Erziehungswesen, wobei das Kapitel „Naturwissenschaften“ stets besonders hervorgehoben worden ist. Diesem Ansturm der Gelehrten ist zwar auf die Dauer noch kein voller Erfolg beschieden gewesen, aber das Interesse für diese Probleme ist doch heute in England in ganz anderer Weise geweckt worden als in früheren Zeiten, wo man die Vorträge von *Huxley* zwar wohlwollend angehört hat, ohne daraus jedoch praktische Konsequenzen zu ziehen. In *Deutschland*, wo die Verhältnisse auf dem Gebiete der naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung ja weitaus günstiger, wenn auch immer noch keineswegs ideal, liegen, kann man aber aus den Bemühungen der englischen Naturforscher doch mancherlei für die Zukunft lernen. Das gilt wohl besonders von den Verhandlungen, die am 3. Mai 1916 auf Veranlassung des Komitees „gegen die Vernachlässigung der Naturwissenschaften“ stattgefunden haben. Der Einberufung der Versammlung war bereits am 2. Februar 1916 ein von zahlreichen Gelehrten, Pädagogen und Leitern industrieller Organisationen unterzeichneter viel beachteter Aufsatz über „die Vernachlässigung der Naturwissenschaften“ vorausgegangen, in dem u. a. die Forderung erhoben wurde, man möge ein *Ministerium für Naturwissenschaft, Handel und Industrie* errichten, da es nicht nur im Interesse der Naturwissenschaftler liege, eine Reform

des gesamten naturwissenschaftlichen Unterrichts herbeizuführen, die für den Fortbestand Englands als Großmacht von höchster Wichtigkeit sei. Jener Aufsatz in der „Times“ und die Verhandlungen selbst sind nun von dem Unterzeichneten unter dem Titel „Englands Kampf um den naturwissenschaftlichen Unterricht“ ins Deutsche übertragen worden und als Sonderausgabe der „Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge“, herausgegeben von Prof. Dr. W. Herz, Stuttgart 1917, F. Enke, 69 S., erschienen.

Es kann hier nicht der Ort sein, eine eingehende Schilderung der verschiedenen Reden und Zuschriften geistig hochstehender Persönlichkeiten, die sich zu der wichtigen Frage der Reform des naturwissenschaftlichen Unterrichts geäußert haben, zu geben, und deshalb genüge es, an dieser Stelle nur die von der Versammlung nach dreistündiger Beratung angenommenen Resolutionen wiederzugeben, die über den Geist und die Ziele der Versammlung ausreichend informieren:

„1. Die Versammlung ist der Ansicht, daß es zur Förderung der nationalen Leistungsfähigkeit in der nächsten Zukunft dringend notwendig ist, die Naturwissenschaften zu einem wesentlichen Teil des Lehrplans an allen großen Schulen Englands zu machen, und daß sie bei den Aufnahmeprüfungen an den Universitäten von *Oxford* und *Cambridge* wie auch an den neueren Universitäten Prüfungsgegenstand sein soll.

2. Es ist im höchsten Maße wünschenswert, daß die Regierung die große Macht, die sie zur Förderung des Studiums der Naturwissenschaft und dadurch zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der englischen Staatsbeamten besitzt, ausübt, indem sie erstens bei den Prüfungen für den Verwaltungsdienst in England und Indien großes Gewicht auf die Naturwissenschaften legt und indem sie zweitens einige Kenntnisse der Naturwissenschaft von allen Kandidaten bei der Aufnahme in *Sandhurst* (der Hochschule für das Militärwesen) fordert.

3. Die Versammlung ist der Ansicht, daß die in Resolution 2 angegebene Methode die einzig brauchbare zur Erreichung der gewünschten Änderung in der Haltung der Schulen und Colleges Englands gegenüber den Naturwissenschaften ist und sich empfiehlt, um die Kenntnisse und das Verständnis für die Naturwissenschaften zu verbreiten. Da die Erfolge derartiger Änderungen sich erst im Laufe der Jahre zeigen können, ist es dringend notwendig, daß die Angelegenheit sofort von der Regierung aufgenommen wird, weshalb der Ausschuß ermächtigt werden soll, alle Schritte zu unternehmen, die er für geeignet hält, um diese Frage der Regierung zur Kenntnis zu bringen.“

Ohne diese Bestrebungen der englischen Naturforscher und ihre künftigen Erfolge im geringsten zu überschätzen, so sei doch auf der anderen Seite davor gewarnt, jene Bemühungen etwa als gänzlich unerheblich anzusehen. Wenn der preußische Kultusminister *v. Trott zu Solz* in seiner vor kurzem erschienenen Denkschrift über die Auslandsstudien nachdrücklich auf die Notwendigkeit hingewiesen hat, die Kenntnis des Auslandes in allen Teilen des deutschen Volkes zu vertiefen, so gilt das auch nicht zum geringsten Teile von den Bestrebungen zur Förderung der Naturwissenschaften im feindlichen Ausland, die man, soweit England dabei in Betracht kommt, aus dem oben erwähnten Versammlungsbericht sehr gut kennen zu lernen vermag.

H. Großmann, Berlin.

Agglutinationsstudien bei Fleckfieber. (*Paneth, L., und F. Schwarz. Archiv für Hygiene* Bd. 86, Heft 2.) Das Fleckfieber, eine bei uns früher wenig bekannte Krankheit, ist durch den Krieg für uns von großer Bedeutung geworden, da viele unserer Krieger dieser noch unvollkommen erforschten Krankheit erlag. Das Fleckfieber ist zweifellos eine durch Mikroorganismen verursachte Krankheit, doch ist es bisher nicht gelungen, den Erreger einwandfrei festzustellen. Im Juli 1915 wurde von *Plotz, Olitzky* und *Baehr* die Beschreibung eines Bakteriums, des *B. typhi exanthematici* veröffentlicht, das zunächst als der gesuchte Erreger des Flecktyphus angesehen wurde. Sehr auffällig und scheinbar beweisend war, daß das Serum von Fleckfieberkranken selbst in hoher Verdünnung diese Bakterienart agglutinierte. Im Januar 1916 beschrieb *Weil*, daß er aus Urin von Fleckfieberkranken einen proteusartigen Organismus isolierte, der ebenfalls von dem Serum von Fleckfieberkranken stark agglutiniert wurde. Daß es sich in diesem Falle um den wirklichen Krankheitserreger handelte, hielt *Weil* von vornherein für ausgeschlossen. — Außerdem wurde später beobachtet, daß das Serum von Fleckfieberkranken Typhusbazillen meist stark agglutiniert. Soweit wir heute übersehen können, kommt weder der von *Plotz, Olitzky* und *Baehr* isolierte *B. typhi exanthematici*, noch der Weilsche *Proteus* oder der Typhusbazillus als Erreger des Fleckfiebers in Betracht. Die Agglutination dieser Organismen mit dem Serum von Fleckfieberkranken ist nun aber eine so auffällige Erscheinung, daß nähere Untersuchungen über den diagnostischen Wert dieser serologischen Methoden sehr erwünscht waren. Die Verfasser vorliegender Mitteilung unterzogen sich nun der Arbeit, die Agglutinationsproben bei einer großen Anzahl von Fleckfieberkranken nachzuprüfen. Die von ihnen erzielten, praktisch höchst wichtigen Resultate seien im Folgenden kurz angedeutet. Es wurde gefunden, daß die von *P. O. B.* angegebene Reaktion bei fast allen klinisch sicheren Fleckfieberkranken positiv ausfiel, niemals dagegen bei Kontrollversuchen mit dem Serum von nicht Fleckfieberkranken. Die Weilsche Reaktion war bei klinisch sicheren Fleckfieberkranken nicht so regelmäßig positiv wie die von *P. O. B.* angegebene, bei Kontrollversuchen verlief diese Reaktion aber ebenfalls niemals positiv. Die Widalsche Reaktion mit Typhusbazillen ergab weniger brauchbare Werte. Das sehr wesentliche Resultat der Untersuchungen der Verfasser ist also, daß wir bei positivem Ausfall der von *P. O. B.* und *Weil* angegebenen Reaktionen mit Sicherheit auf das Vorhandensein von Fleckfieber schließen können. Es liegt hier also die eigentümliche Erscheinung vor, daß wir mit Hilfe bestimmter Mikroorganismen das Vorhandensein eines noch unbekannten Krankheitserregers nachweisen können. Auf die Theorie dieses sehr interessanten Vorganges kann leider hier nicht näher eingegangen werden. Da sich die von den Verfassern nachgeprüften Reaktionen in der Praxis tatsächlich bewährt haben, wurde die Agglutination mit dem Weilschen *Proteus*stamm in neuester Zeit zur Diagnose des Fleckfiebers bei den amtlichen Untersuchungsstellen offiziell eingeführt. Den Verfassern vorliegender Arbeit ist das große Verdienst zuzuschreiben, durch ihre genauen Untersuchungen wesentlich zur Kenntnis der für die Jetztzeit höchst wichtigen serologischen Methoden beigetragen zu haben.

R. Lieske, Karlsruhe.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 21.

25. Mai 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Fiktion in der Mathematik und der Physik.
Von *Dr. Aloys Müller, Röttgen bei Bonn.*
S. 341.

Die *Rasputiza*. Von *Dr. B. Brandt, Belzig i. Mark.*
S. 347.

Deutsche ornithologische Gesellschaft. S. 349.

Botanische Mitteilungen:

Die Erwärmungstypen der Araceen und ihre blütenbiologische Deutung. Beiträge zur Biologie einiger geokarper Pflanzen. Die Flora des Buntsandsteins Badens. Befruchtung und Embryobildung bei *Oenothera Lamarckiana* und einigen verwandten Arten. S. 350—353.

Physikalische und technische Mitteilungen:

Thermoelektrischer Effekt. Leistungsver schlechterung der englischen Industrie. Gruppeneinteilung der Spektrallinien des Eisens. Die Gleichrichterwirkung des Siliziumdetektors. Schallerscheinungen. Widerstand dünner Metallschichten. Glaströge ohne Kittung. Thermische Diffusion. Gasspektren im hohen Vakuum. S. 353—355.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Goethesche Farbenlehre. Die Kultur des Mohns. Zur Frage der extraintestinalen Verdauung bei einigen Raubinsekten. Die Ostgrenze der Gartenamsel. S. 355—356.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschienen:

Die Freiheit der Meere und der künftige Friedensschluß

Von

Dr. Heinrich Triepel

Geh. Justizrat, o. ö. Professor der Rechte an der Universität Berlin

Preis M. 1.20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich	6	12	24	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Zur Pathologie und Therapie des menschlichen Oedems

Zugleich ein Beitrag zur Lehre von der Schilddrüsenfunktion

Eine klinisch-experimentelle Studie aus der I. medizinischen Klinik
und dem pharmakologischen Institute in Wien

Von Dr. **Hans Eppinger**

a. o. Professor, Assistent der ersten medizinischen Klinik der Universität Wien

Mit 37 Textabbildungen — Preis M. 9.—

Vor kurzem erschien:

Physiologie und Pathologie der Leber

Nach ihrem heutigen Stande

Mit einem Anhang über das Urobilin

Von Professor Dr. **F. Fischler**

Preis M. 9.—

Vor kurzem erschien:

Hermann Lenhartz
Mikroskopie und Chemie am Krankenbett

Achte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

Von Professor Dr. **Erich Meyer**

Direktor der medizinischen Universitätsklinik zu Straßburg i. E.

Stabsarzt d. L., Chefarzt eines Festungslazarets und fachärztlicher Beirat im Bereich des XV. Armeekorps

Mit 150 Abbildungen im Text und einer Tafel

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Vor kurzem erschien:

Die Wassermannsche Reaktion
in ihrer serologischen Technik und klinischen Bedeutung auf
Grund von Untersuchungen und Erfahrungen in der Chirurgie

Von Dr. med. **Erich Sonntag**

Privatdozent und Assistent an der chirurgischen Klinik der Universität Leipzig

Mit einem Geleitwort von Geheimrat Prof. Dr. E. Payr

Preis M. 6.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

25. Mai 1917.

Heft 21.

Die Fiktion in der Mathematik und der Physik.

Von Dr. Aloys Müller, Röttgen bei Bonn.

Vaihinger hat in seinem bekannten Buche¹⁾ dem Begriff der Fiktion einen solchen Geltungsbereich gegeben, daß man sich unwillkürlich fragt, ob denn nicht dieser Bereich selber eine Fiktion sei, die *Vaihinger* macht, um bei Problemen, die er nicht lösen kann, so zu tun, als ob er sie gelöst habe. Wie manche einfache kühne Ideen (man denke an *Mach*), ist seine Auffassung auch in naturwissenschaftliche Kreise weiter vorgedrungen, als es der logische Sinn und Instinkt der Mathematiker und Naturwissenschaftler hätte zulassen dürfen. Die Gründe für diese Erscheinung wollen wir nicht weiter untersuchen. Aber eine eingehende sachliche Prüfung der Auffassung *Vaihingers* scheint endlich einmal gerade hier am Platze zu sein. Ich will deshalb im folgenden einige und wohl die hauptsächlichsten Gesichtspunkte angeben, die für die Prüfung der Geltung des Fiktionsbegriffs in der *Mathematik* und der *Physik* in Frage kommen.

Die breitere Grundlegung des *Vaihingerschen* Fiktionsbegriffes und seine Einstellung in die philosophischen Strömungen der Jetztzeit kann ich mir nach den sorgfältigen Ausführungen *Kronenbergs* in dieser Zeitschrift²⁾ ersparen. Einige Bemerkungen über den Begriff selbst scheinen mir aber nicht nur der Vollständigkeit wegen nötig, sondern auch um zu zeigen, wie die Unklarheit bei *Vaihinger* schon in seinem Zentralgedanken wohnt; das wichtigste dieser Bedenken hat auch *Kronenberg* energisch betont³⁾. Aber bei unserem eigentlichen Problem, das er übrigens am Schlusse nur streift, ist *Kronenberg* zu sehr von *Vaihinger* abhängig. Die Mathematik sieht er ganz mit dessen Augen an. Ich werde zeigen, wie falsch das ist, und werde in eingehender Darlegung die kurze Ablehnung *Studys* — *Vaihinger* müsse aus sehr trüben Quellen geschöpft haben, ganze Kapitel seines Buches seien mit Mißverständnissen angefüllt⁴⁾ — begründen. *Vaihingers* Anwendung des Fiktionsbegriffes auf die Physik hält auch *Kronenberg* nicht für einwandfrei. Aber er kommt zu keiner klaren Scheidung. Die folgenden Überlegungen

bieten eine solche an. Ob sie eines weiteren Ausbaues wert ist, muß die Erfahrung lehren.

1. Der Begriff der Fiktion bei *Vaihinger*.

Nach *Vaihinger* ist die Fiktion ein bewußt falsches Gebilde, das, ohne theoretischen Wert zu haben, seine Rechtfertigung ausschließlich seiner Unentbehrlichkeit für die praktische Berechnung der Wirklichkeit verdankt. Er sagt zwar ausdrücklich¹⁾, daß die Fiktionen „logische Gebilde“ seien. Das hindert ihn nicht, anderswo zu erklären²⁾, sie seien „psychische Gebilde“; in der Tat rechnet er auch „die ganze Vorstellungswelt“ zu den Fiktionen³⁾, und Vorstellungen sind bekanntlich psychische Gebilde. Man könnte nun begründete Bedenken dagegen erheben, daß psychische Gebilde wahr oder falsch genannt werden. Doch würde das nur eine rein definitorische Änderung nötig machen. Wir müssen diese und andere Unbestimmtheiten der *Vaihingerschen* Auffassung, die durch dieses Zusammenfassen heterogener Dinge unter einen Begriff entstehen, vorläufig als eine Tatsache hinnehmen. Wir werden später sehen, daß die Auffassung in Wirklichkeit selber eine „Fiktion“ ist, d. h. ein Mittel, um so zu tun, als ob so ziemlich alles Fiktion sei.

Noch zwei Begriffe der Definition bedürfen der Aufklärung.

Zunächst der Begriff „falsch“. Was *Vaihinger* damit meint, ist nicht gerade klar. Im ganzen treten drei verschiedene Ansichten auf. Selten⁴⁾ klingt der alte Wahrheitsbegriff des Abbildens der Wirklichkeit an („dieses Urteil gibt nicht eine Wirklichkeit wieder“). An anderen und zwar den meisten Stellen⁵⁾ wird diejenige Vorstellung als wahr bezeichnet, die uns erlaubt, „am besten die Objektivität zu berechnen und in ihr zu handeln“. Fürs dritte ist ihm Falschheit identisch mit „Undenkbarkeit“, „Widerspruch“⁶⁾. Im Sinne des zweiten Wahrheitsbegriffes kann nun das Wort „falsch“ der Definition nicht gemeint sein; denn die Fiktionen sind ja charakterisiert durch ihre praktische Unentbehrlichkeit. Es kann sich also nur um die beiden anderen Bedeutungen handeln. Auf Grund dieser Bedeutungen unterscheidet nun *Vaihinger* zwei Hauptklassen von Fiktionen: 1. die *Semifiktionen*, die „nur der gegebenen Wirklichkeit widersprechen,

1) H. *Vaihinger*, Die Philosophie des Als Ob². Berlin 1913. Einige Unterstreichungen im Text der benutzten Zitate rühren von mir her.

2) Diese Zeitschrift 1915 S. 285 ff.

3) A. a. O. S. 305 f.

4) E. *Study*, Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raume, Braunschweig 1914, S. 53.

1) A. a. O. S. 94.

2) A. a. O. S. 174.

3) A. a. O. S. 216.

4) A. a. O. S. 608.

5) Z. B. S. 193.

6) A. a. O. S. 607.

resp. von ihr abweichen, ohne schon in sich selbst widerspruchsvoll zu sein“, 2. die eigentlichen, *echten Fiktionen*, die „nicht nur der Wirklichkeit widersprechen, sondern auch in sich selbst widerspruchsvoll sind“¹⁾. Danach und nach gelegentlichen Äußerungen²⁾ kennt *Vaihinger* eine doppelte Art von Wahrheit, die theoretische und die praktische Wahrheit, und sieht in ihnen voneinander unabhängige Eigenschaften: die Fiktionen sind theoretisch falsch und praktisch wahr. Wie er diese eigenartige Behandlung des Wortes und Begriffes „Wahrheit“ mit seinem logischen Gewissen vereinigen kann, ist ein Rätsel, geht uns aber weiter nichts an.

Fürs zweite muß der Begriff „Wirklichkeit“ erläutert werden. Auch hier sucht man vergebens nach einer klaren und eindeutigen Formulierung. Als „unmittelbare Wirklichkeit“ wird³⁾ das „Gegebene“ bezeichnet, d. h. das der Psyche „dargebotene Material der Empfindungen“. Aber durch unsere Empfindungen werden „reale Verhältnisse“ „erfaßt“. Was diese realen Verhältnisse sind, geht aus den Bemerkungen hervor: „Wirklich ist und bleibt nur die beobachtbare Unabänderlichkeit der Phänomene, ihrer Verhältnisse usw.“⁴⁾; „*real* ist nur das *beobachtete Unabänderliche*“⁵⁾. Gelegentlich wird die Wirklichkeit auch mit der „Außenwelt“ gleichgesetzt⁶⁾. Wir werden also meistens nicht sehr fehlgreifen, wenn wir nach *Vaihinger* das als wirklich bezeichnen, was man nach dem mehr populären Sprachgebrauch reale Dinge und Verhältnisse nennt. Wollen wir die psychischen Vorgänge einbeziehen, so würde das Wirkliche in *Vaihingerschem* Sinne das Erfahrbare sein. Tatsächlich nennt er an verschiedenen Stellen⁷⁾ als Charakteristikum der Semifiktion den „Widerspruch mit der *Erfahrung*“. Allerdings sagt er an einer anderen Stelle⁸⁾ wieder, das „wahre, nackte Sein“, die „reine Erfahrung“, sei jene Unabänderlichkeit der Phänomene, die „freilich die ganze Erfahrung in sich schließt“. Im letzten Grunde könnte man also als das Wirkliche in seinem Sinne das Objektive ansprechen, das den Naturgesetzen zugrunde liegt, unter Natur den ganzen Bereich des Erfahrbaren verstanden. Wieder an einer anderen Stelle⁹⁾ bringt er eine Art von genetischem oder relativem Gesichtspunkt hinein: „In bezug auf eine für Wirklichkeit angenommene Vorstellungsweise ist eine *andere* Vorstellungsweise fiktiv, während jene selbst dann in bezug auf eine andere auch wiederum für fiktiv erklärt werden muß. Es ist eben eine *stetig* und *allmählich ansteigende Verfälschung der Wirklichkeit* durch das Denken zu konstatieren, so, daß

auf einem Punkte das Vorhergehende als *Wirklichkeit* gilt, während es doch selbst schon schließlich in Fiktionen wurzelt.“

Man kann es nicht verstehen, daß *Vaihinger* einen für seine Fiktionstheorie so grundlegenden Begriff wie den der Wirklichkeit nicht schärfer umrissen hat. Glücklicherweise sind unsere folgenden Ausführungen davon unabhängig. Denn aus den für uns in Betracht kommenden Stellen läßt sich deutlich ersehen, was *Vaihinger* dort unter Wirklichkeit versteht.

2. Die mathematischen Begriffe und die „Wirklichkeit“.

Die Mathematik ist nach *Vaihinger* ein Idealgebiet der Fiktionen, vor allem der *echten Fiktionen*. Wir fassen zunächst ihr Verhältnis zur „Wirklichkeit“ ins Auge. Stereometrische und geometrische Gebilde, wie Kugel, Zylinder, Prisma, Fläche, Linie, Punkt usw., sollen mit der „Wirklichkeit“ in Widerspruch stehen. Das wird z. B. bezüglich der Fläche so ausgeführt¹⁾: „Geschichtlich und psychogenetisch kommen natürlich nur wirkliche „Flächen“, d. h. flache Umgrenzungen, in Betracht: Der Begriff der krummen Fläche entsteht erst später. Fläche, also wirklich ebene Gebilde gibt es in der Natur, sowie schon durch primitives Eingreifen des Menschen sehr viele: Aber hier wird nun abstrahiert von demjenigen Material, das die Fläche bildet, die formale Beschaffenheit wird allein für sich genommen und von der Imagination verselbständigt. Auch hier ist es an sich ein Widerspruch, von einer Fläche als solcher zu sprechen.“ Oder auf folgende Weise²⁾: „In Wirklichkeit kennen wir nur materielle körperliche Dinge, aus deren ausgedehnter Eigenart wir die drei Dimensionen abstrahiert haben. Das zwei-dimensionale Gebilde der Fläche und das ein-dimensionale Gebilde der Linie, das wir an diesen Körpern gelegentlich zu beobachten glauben, sind nur Abstraktionen, durch die Imagination verselbständigt, also Fiktionen, mit denen wir rechnen, *als ob* ihnen Wirklichkeiten entsprächen, notwendige Verstellungshilfen und Hilfsvorstellungen, die uns wohl im Denken unterstützen, die uns aber keinen realen Aufschluß gewähren können. Wir rechnen hier mit Undingen, statt mit Dingen, aber es sind nützliche und unentbehrliche Undinge. Wir aber halten diese Undinge für Dinge.“

Der Geometer wird diese Auffassung seiner Wissenschaft für sehr primitiv halten. Er weiß zwar, daß die geometrischen Gebilde an der beobachteten Wirklichkeit, der sinnlichen Anschauung entstanden sind; sicherlich hätten sie ohne diese überhaupt nicht entstehen können, wenn sie auch vermutlich nicht ganz einer Art Abstraktion ihr Dasein verdanken. Aber das ist ein psychologisch-genetisches Problem, das den Mathematiker zwar

¹⁾ A. a. O. S. 24.

²⁾ A. a. O. S. XI, 327.

³⁾ A. a. O. S. 287.

⁴⁾ A. a. O. S. 216.

⁵⁾ A. a. O. S. 192.

⁶⁾ A. a. O. S. 296.

⁷⁾ Z. B. S. 152, 172.

⁸⁾ A. a. O. S. 216.

⁹⁾ A. a. O. S. 175 f.

¹⁾ A. a. O. S. 507.

²⁾ A. a. O. S. 508.

interessiert, das aber nicht *sein* Problem ist. Vom logisch-mathematischen Standpunkte aus sind die geometrischen Gebilde von der Wirklichkeit im *Vaihingerschen* Sinne *gänzlich unabhängig*. Die *Grundgebilde* unter ihnen — Punkt, Gerade, Ebene — sind *gegeben*, und zwar dem Mathematiker in genau demselben Sinne gegeben, wie dem Physiker die Körper gegeben sind, mit denen er arbeitet. *Hilbert* hätte sein grundlegendes Buch⁴⁾ nicht so zu beginnen brauchen: „Wir denken drei verschiedene Systeme von Dingen: Die Dinge des ersten Systems nennen wir Punkte...; die Dinge des zweiten Systems nennen wir Gerade..., die Dinge des dritten Systems nennen wir Ebenen.“ Er konnte einfach sagen: Es *gibt* Punkte, Gerade, Ebenen. Die geometrischen Gebilde sind eindeutige, originelle Gebilde, die eine *Eigenwirklichkeit* besitzen. Man kann sie (und die Zahlen) mit *Kölpe*⁵⁾ zu der Klasse der *idealen Gegenstände* rechnen. Vom logisch-mathematischen Standpunkte aus haben sie gar keine Beziehung zur Wirklichkeit im populären Sinne. Sie können also auch *dieser* Wirklichkeit nicht widersprechen. Ob es eine Fläche in *dieser* Wirklichkeit gibt oder nicht, ist dem Mathematiker höchst gleichgültig; denn er befaßt sich mit *ihr* überhaupt nicht, sondern er arbeitet in dem eigenartigen, selbständigen Wirklichkeitsbereich der mathematischen Objekte. Wie unabhängig die Geometrie von der sinnlichen Anschauung, von der *Vaihingerschen* Wirklichkeit ist, ergibt sich indirekt daraus, daß sie sich aus beliebigen Gebilden als Grundgebilden aufbauen läßt, die nur dieselben gegenseitigen Beziehungen haben müssen wie Punkt, Gerade und Ebene der gewöhnlichen Geometrie. Nun ist die *Zahl* das einzige Gebilde, das am radikalsten von allen sinnlichen Eigenschaften abstrahiert. Für den Arithmetiker bin ich eine 1, so gut wie *Vaihinger* eine 1 und sein Buch eine 1 ist. So weist die erwähnte Tatsache auf die moderne analytische Grundlegung der Geometrie, die Arithmetisierung der Geometrie hin. Für sie *ist* der Punkt ein System von n geordneten Zahlen $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$. Die Ebene *ist* der Inbegriff aller Punkte, die der Gleichung

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_n x_n + a_{n+1} = 0$$

genügen, wo die a_1, a_2, \dots, a_{n+1} numerische Koeffizienten sind, die nicht alle gleichzeitig Null werden dürfen. Der Raum *ist* ein n -dimensionales Zahlenkontinuum usw. In der Möglichkeit einer solchen Geometrie liegt die gründlichste Abwehr der *Vaihingerschen* Auffassung.

Auch die *Zahlen* enthalten nach *Vaihinger* einen Widerspruch gegen die „Wirklichkeit“. „Wenn ich einen Haufen Steine zusammenfasse und zähle und diese Summe als Einheit betrachte und ihr etwa den Namen *zehn* gebe, so habe ich dazu im Äußeren eigentlich keine direkte Veran-

lassung. Und es ist eine Willkür, diese getrennte Steinmenge so zu betrachten, *als ob* sie Eines wäre, und diese Einheit sogar noch durch einen Namen zu hypostasieren. Auch das Zählen beruht also, wie wir sehen, auf einer Fiktion, wenn auch auf einer sehr unschuldigen: auf der Fiktion, das Getrennte so zu betrachten, *als ob* es Eins wäre. Darum sind auch alle *Zahlen* als Produkt dieses fiktiven Prozesses etwas *rein Fiktives*“¹⁾.

Dazu ist vielerlei zu bemerken. *Erstens* kann man es mit Recht bestreiten, daß der Steinhaufen keine Einheit²⁾ sei. Sogar wenn die Steine nicht in einem Haufen, sondern regellos unter anderen zerstreut lägen, würde der Zweck, weshalb man sie zählt, sie zu einer Einheit *machen*. Wie sie physikalisch als eine Einheit *wirken* können, wenn sie z. B. zusammen in ein Gefäß getan und abgewogen werden, so kann auch mit ihnen als mit einer Einheit *gerechnet* werden. Die Einheit braucht nichts zu sein, was in der sinnlichen Anschauung gegeben ist. Ist denn die Einheit *überhaupt* etwas, was man mit den Augen sehen und mit den Händen greifen kann? Wenn *zweitens* die Zahlen Produkte des von *Vaihinger* genannten Prozesses sind, dann folgt daraus nicht, daß sie *rein* fiktiv sind, d. h. einen Widerspruch gegen die Wirklichkeit *und* einen Selbstwiderspruch einschließen; denn der Prozeß spricht nur von einem Widerspruch gegen die Wirklichkeit. Man könnte *drittens* mit dem gleichen Rechte bemerken, daß der Prozeß die Zahlen schon voraussetzt. *Viertens und hauptsächlich* hält die *Vaihingersche* Darstellung die Zahlen noch für Symbole wirklicher Dinge. Hier wie vorhin vermag *Vaihinger* zwischen der psychologischen und der logischen Frage nicht zu scheiden. An der Wirklichkeit in seinem Sinne wird sich der Zahlbegriff mitgebildet haben, aber logisch ist er davon unabhängig. Die Zahlen bilden ein Reich für sich, mit eigenem Wirklichkeitscharakter und eigenen Gesetzen.

Wir sprachen bis jetzt nur von den echten Fiktionen. *Vaihinger* kennt auch *Semifiktionen* in der Mathematik. Einiges davon wollen wir noch zur Erläuterung heranziehen.

Eine Semifiktion liegt nach ihm z. B. vor bei der *Lösung der Gleichungen 2. Grades*. Die Gleichung

$$x^2 + p x + q = 0$$

wird dadurch gelöst, daß auf beiden Seiten $\left(\frac{p}{2}\right)^2$ addiert wird, dadurch wird die linke Seite das vollständige Quadrat einer Summe. Hier haben wir nach *Vaihinger* „ein deutliches Bild der Semifiktion: hier wird die Wirklichkeit *verändert*“³⁾.

Wir fragen: Was für eine „Wirklichkeit“ ist

4) *D. Hilbert*, Grundlagen der Geometrie², Leipzig 1903, S. 2.

5) *O. Kölpe*, Die Realisierung, I. Bd., Leipzig 1912, S. 13.

1) A. a. O. S. 569 f.

2) Einheit ist hier offensichtlich nicht im mathematischen Sinne verstanden.

3) A. a. O. S. 203.

es, die hier verändert wird? Offenbar die Form der Gleichung. Wir bemerken nun zunächst, daß *Vaihinger*, vermutlich auf Grund der früher angeführten Skala relativer Wirklichkeiten, den Begriff der Wirklichkeit hier in einem anderen Sinne nimmt als im allgemeinen sonst bei der Betrachtung der Mathematik. Trotzdem hilft ihm das nicht. Der Begriff der Semifiktion drückt, wie er an anderen Stellen deutlicher sagt, ein *Abweichen* von der „Wirklichkeit“ aus. Liegt der Fall hier vor? Sicherlich nicht. Denn eine Gleichung als Identitätsurteil hat keine bestimmte Form als ihre wirkliche Form; sie kann unendlich viele verschiedene Formen annehmen, die *gleichwirklich* sind. Es liegt also gar keine Wirklichkeit vor, von der ein Abweichen möglich wäre, — mit Ausnahme natürlich der Wirklichkeit, die durch den Sinn der Gleichung gegeben ist. Würde man z. B. die Größe $\left(\frac{p}{2}\right)^2$ nur auf einer Seite addieren, dann würde man von der mathematischen Wirklichkeit abweichen und ihr widersprechen. Transformiert man aber richtig — und das setzt *Vaihinger* gewiß auch voraus —, dann geschieht nichts, was man als ein Abweichen von einer Wirklichkeit ansprechen könnte.

Alle *Hilfslinien* sind in *Vaihingers* Augen Fiktionen¹⁾. Besonders das „Cartesianische Koordinatensystem“ hat es ihm angetan, das er eine „Hinzudichtung“ nennt²⁾ und von dem er sagt: „Und doch ist die Cartesianische Neuerung nur eine neue, auf der Ziehung von Hilfslinien beruhende Methode, um Inhalt, Umfang usw. der gesetzmäßigen, krummlinigen Figuren zu finden. Es zeigt sich das darin, daß am Schlusse beim *wirklichen Resultat* jene Hilfsgrößen herausfallen.“ Der Mathematiker wird sich einigermaßen über den Zweck der Koordinaten verwundern, über den *Vaihinger* ihn belehrt. Doch lassen wir das hier beiseite. Was man vielleicht in der Aussage *Vaihingers* über den Charakter der Koordinaten an Zutreffendem finden könnte, ist nach einem Ausdruck *Salmons*³⁾ dies, daß die Koordinaten „dem Wesen der geometrischen Untersuchung ganz fremd“ sind. Im übrigen sind, wie *Vaihinger* von Mathematikern hätte hören können⁴⁾, die Hilfslinien keine Abweichung von der Wirklichkeit, in der der Mathematiker arbeitet. Nur in der sinnlich wahrnehmbaren Zeichnung bedeutet eine Hilfslinie ein *Hinzufügen* zu der Figur. In der mathematischen Wirklichkeit aber *existieren* die Hilfslinien in unendlicher Anzahl und besagt dieses Hinzufügen nur eine Auswahl der für den augenblicklichen Zweck passenden Linie.

Das *Messen* beruht nach *Vaihinger* auf einer

Semifiktion: „Das Stetige wird ganz willkürlich so betrachtet, *als ob* es aus Teilen zusammengesetzt wäre¹⁾. Hier rührt *Vaihinger* an ein tiefes Problem der Mathematik, das aber schon vor mehr als 50 Jahren einen Ansatz zur Lösung gefunden hat. *Dedekind* entdeckte damals die stetige Zahlenmannigfaltigkeit. Von hier aus kann man nun auf zweifache Weise zu den stetigen Größen der Geometrie gelangen. *Entweder* zeigt die Dedekindsche Entdeckung, daß Stetiges und Diskretes keine Gegensätze sein *müssen*. Dann wird die stetige Größe beim Messen nicht geteilt, sondern sie *ist stets* auf unendlich vielfache Weise geteilt, und das Messen bedeutet lediglich das von der Maßeinheit bestimmte Aufsuchen von Teilen. Diese Auffassung scheint innerhalb des analytischen Aufbaues der Geometrie notwendig zu sein. Oder man legt der stetigen Zahlenmannigfaltigkeit ausschließlich einen arithmetischen Sinn bei und muß dann die eindeutige Zuordnung der reellen Zahlen zu den Punkten der stetigen Größe aufstellen, wobei man *annimmt*, daß jeder irrationalen Zahl eine bestimmte Strecke entspricht. In keiner dieser beiden Auffassungen liegt etwas von der *Vaihingerschen* Konstruktion. Man kann sich nicht genug darüber wundern, daß *Vaihinger* diese Resultate der Mathematik gar nicht berücksichtigt hat.

Derjenige Fall, der äußerlich am deutlichsten eine Fiktion einzuschließen scheint, ist die oft benutzte Überlegung: Angenommen, der Satz sei unrichtig; dann ist dieses oder jenes der Fall, was der Voraussetzung widerspricht; also ist der Satz richtig. Aber wie so oft trägt auch hier der Schein. Bei dem *Forscher*, der die Richtigkeit des Satzes *noch nicht weiß* und auf diese Weise darüber zu entscheiden sucht, liegt keine Fiktion vor, sondern eine Art von mathematischem Gegenstück zur Verifikation einer Hypothese, wobei die Widerspruchslosigkeit die Rolle des Kriteriums übernimmt. Aber auch in der *Mitteilung* einer solchen Überlegung liegt keine Fiktion, sondern die Mitteilung (oder Darstellung in einem Lehrbuche) ist als Wiedergabe eines historischen Verlaufs anzusehen, als ein Nacherlebenlassen dessen, was der Forscher zuerst erlebt hat.

Aus unseren Darlegungen ergibt sich, daß der Grundfehler *Vaihingers*, der ihn zu seiner falschen Ansicht über die Beziehung der mathematischen Begriffe zur „Wirklichkeit“ verleitet hat, in seiner primitiven und einseitigen Auffassung der Mathematik liegt. Für ihn ist die Mathematik *nur* ein Mittel zur Berechnung der „Wirklichkeit“. „Die Mathematik ist die eigentlich genialste Methode selbst, um das Wirkliche zu berechnen“²⁾. Nun ist gewiß die Mathematik aus dem praktischen Leben geboren. Sie bleibt für immer eines der gewaltigen Mittel, durch die der

¹⁾ A. a. O. S. 203, 568.

²⁾ A. a. O. S. 567.

³⁾ *Salmon-Fiedler*, Analytische Geometrie der Kegelschnitte 7. I. Bd., Leipzig 1907, S. 33.

⁴⁾ Zum Beispiel von *O. Hölder*, Anschauung und Denken in der Geometrie. Leipzig 1900, S. 10.

¹⁾ A. a. O. S. 570.

²⁾ A. a. O. S. 107.

Naturwissenschaft die Erkenntnis, der Technik die Beherrschung des Wirklichen möglich wird. Sie erhält auch, wie Antäus von der Mutter Erde, immer wieder neues Leben, neue Anregungen und Reize von der Praxis. Aber über die Stufe der Entwicklung, wo sie nur ein Rechenmittel war, ist sie eigentlich schon im Altertum hinausgewachsen. Jedenfalls hat sie in der neueren Zeit die Eigenwirklichkeit ihrer Gegenstände erkannt und dadurch die bewußte Selbständigkeit und Unabhängigkeit als Wissenschaft gewonnen. *Vaihinger kennt nur ihren Wirkungswert und übersieht ihren Eigenwert.* Daß übrigens dieser Fehler *Vaihingers* nur ein Ausläufer, ein Produkt, ein spezieller Fall einer allgemeineren Anschauung ist, hat schon *Study* an der früher zitierten Stelle bemerkt. *Vaihinger* ist Vertreter des kritischen Positivismus, der nichts als das Sinnlich-Wahrnehmbare kennt; „für ihn existieren nur die beobachteten Successionen und Koexistenzen der Phänomene“¹⁾. Alles übrige ist Fiktion. Der Positivist bemerkt nicht, wie er sich mit jedem Satze, den er aufstellt, sozusagen ins Gesicht schlägt. Denn es „existiert“ doch wohl auch ein *Sinn* des Satzes (oder ist das vielleicht bei den Sätzen der Positivist nicht der Fall?). Indes hat es keinen Zweck, tiefer auf das Philosophische einzugehen. Es geht uns ja nicht um die Philosophie und Metaphysik, sondern um die Wissenschaftstheorie der Mathematik und Physik.

Noch eine letzte Bemerkung. Auf dem Boden der richtigen Auffassung der Mathematik erhebt sich naturgemäß die Frage: Wie treten denn nun die mathematischen Begriffe zur beobachteten Wirklichkeit in Beziehung? wie ist ihre Anwendung auf diese Wirklichkeit möglich? Für *Vaihinger* folgt die Lösung dieses Problems aus dem Begriff der Fiktion; die logische Theorie, so meint er²⁾, fordere, daß die Fiktion nur provisorisch sei, daß im Verlaufe des Denkens eine Korrektur eintreten müsse. Für den Mathematiker bedarf das Problem einer selbständigen Lösung, die hier nur des Abschlusses wegen für einige elementare Begriffe angedeutet sein mag. Gewisse mathematische Begriffe können auf die beobachtete Wirklichkeit Anwendung finden, weil ihre Gegenstände darin mit mehr oder weniger großer Annäherung realisiert sind oder realisiert werden können und weil die Mathematik die Möglichkeit bietet, den Grad dieser Annäherung zu bestimmen. Das damit das ganze Problem nicht einmal aufgerollt, noch weniger gelöst ist, ist dem Einsichtigen klar. Darauf tiefer einzugehen, gehört aber nicht mehr zu unserer Aufgabe.

3. Die „Selbstwidersprüche“ in den mathematischen Begriffen.

Die Widerspruchslosigkeit der benutzten Begriffe festzustellen, ist die erste und notwendigste

Aufgabe jeder wissenschaftlichen Betätigung. Gerade die Mathematik hat darauf besonders geachtet, weil sie es bei dem eigenartigen formalen Charakter ihrer Gegenstände am besten tun konnte und am meisten nötig hatte. Und daß sie dadurch in der Schärfe ihrer Begriffsbildungen vorbildlich geworden ist, hat noch kein Verständiger geleugnet. *Vaihinger* ist anderer Ansicht. Die Mathematik besteht nach ihm hauptsächlich in echten Fiktionen, also nicht nur in Abweichungen von der Erfahrung, sondern auch (worauf es uns jetzt ankommt) in Selbstwidersprüchen.

Sehen wir zu, wie er diese Behauptung beweist.

Von den *mathematischen Körpern* sagt er¹⁾: „Solche Formen ohne Inhalte sind an sich nichts, ja schlimmer als nichts, denn sie sind widerspruchsvolle Gebilde, ein Nichts, das doch noch als ein Etwas vorgestellt wird, ein Etwas, das schon in ein Nichts übergeht.“ Wir wollen nicht fragen, wie etwas „an sich nichts“ sein kann, auch nicht, wie etwas „schlimmer als nichts“ sein kann (als ob „nichts“ *schlimm* sei!). Wir achten bloß auf die Art, wie *Vaihinger psychologische Metaphysik* treibt, wo es sich um *logische Inhalte* handelt.

Ähnlich ist der *Punkt* „eine in sich haltlose und widerspruchsvolle Idee, ein trotz seines Minimums monströser Begriff eines Etwas, das schon ein Nichts ist, eines Nichts, das doch noch ein Etwas sein soll“²⁾. Es ist unverständlich, wie die „Monströsität“ eines Begriffes von der Größe eines Vorstellungsgegenstandes abhängen kann. Wir notieren nur dieselbe Verwechslung wie vorhin.

Ich bin nicht ganz klar, ob *Vaihinger* in dem Begriffe des *n-dimensionalen Raumes*³⁾ auch einen logischen Widerspruch oder nur einen Widerspruch mit dem 3-dimensionalen Raum, „den man vor sich hat“, finden will. Dagegen scheint er⁴⁾ den *Determinantenbegriff* als echte Fiktion anzusehen. Worin die ev. logischen Widersprüche liegen sollen, wird in beiden Fällen verschwiegen.

Die Begriffe der *negativen Zahlen*, der *Brüche*, der *irrationalen* und der *imaginären Zahlen* sollen „klaffende Widersprüche“ enthalten⁵⁾. „Das Grundprinzip ist eben auch hier eine unberechtigte Anwendung und Übertragung einer logischen Methode auf Fälle, die streng genommen nicht darunter zu subsummieren sind, oder die Betrachtung solcher Gebilde als Zahlen, welche gar keine rechten Zahlen sind. *Negative Zahlen* sind ein Selbstwiderspruch, wie alle Mathematiker zugeben; es ist eine Ausdehnung der *Subtraktion* über das Maß der *logischen* Anwendungsmöglichkeit derselben hinaus: die *Bruchzahlen* sind das Produkt derselben Methode bei der Division und die irra-

¹⁾ A. a. O. S. 506.

²⁾ A. a. O. S. 507.

³⁾ A. a. O. S. 76 f.

⁴⁾ A. a. O. S. 261.

⁵⁾ A. a. O. S. 81.

tionalen Zahlen bei der Radizierung; das monströseste Zahlgebilde dagegen sind die *imaginären* Zahlen, denen die Konstruktion durch *Gauß*, *Drobisch* u. a. nichts von ihrer fiktiven und widerspruchsvollen Natur genommen hat.“

Das Geheimnis dieser Kritik *Vaihingers* liegt in dem Ausdruck „Zahlen, welche gar keine *rechten* Zahlen sind“. „Rechte Zahlen“ sind ihm nur die positiven Zahlen als Symbole für *Dinge* seiner „Wirklichkeit“. Er sieht nicht, daß diese Auffassung innerhalb des Bereiches der positiven Zahlen schon undurchführbar ist. Wie kann er z. B. $2 \times 3 = 6$ oder $2 - 2 = 0$ rechnen, wenn die Zahlen immer Dinge symbolisieren? Ist also das Prinzip der Dingsymbolisierung schon tatsächlich durchbrochen, so wird es in sich hinfällig, wenn man sich überlegt, daß es doch nur auf einer Verwechselung der empirisch-psychologischen Entstehung mit dem logischen Inhalt des Zahlbegriffes beruht. Sieht man das ein, so ist damit die Möglichkeit einer beliebigen rechtmäßigen Erweiterung des Zahlbegriffes gegeben. Wie die moderne Mathematik den Zahlbegriff grundgelegt, wie sie die Erweiterung mit Hilfe des Permanenzprinzips, der Schnitte, des Grenzwertes usw. vorgenommen hat, kümmert *Vaihinger* gar nicht. Er benützt den primitiven Zahlbegriff der Volksschule, findet dann selbstverständlich Widersprüche und scheut sich auch nicht, gelegentlich die Fiktion zu machen, „wie alle Mathematiker zugeben“. Man kann immer wieder dasselbe wiederholen: Es ist unbegreiflich, wie jemand heute über den Zahlbegriff etwas veröffentlichen kann, ohne die Riesenarbeit zu kennen oder zu würdigen, die die Mathematik ihm gewidmet hat.

Die meisten Schmerzen macht *Vaihinger* das Problem des *Unendlichen*, vor allem das des *Unendlich-Kleinen*. Den Sinn des *Differentialquotienten* glaubt er durch die folgende Überlegung¹⁾ darzustellen. Läßt man in

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = p \Delta x + n \Delta x^2 + \dots$$

Δx und Δy verschwinden, so erhält man „eigentlich“ den Wert $\frac{0}{0} = p$. „Allein $\frac{0}{0}$ ist ein vollständig sinnloser Ausdruck; $\frac{0}{0}$ kann jede beliebige Zahl sein, jeder Wert ist $\frac{0}{0}$ d. h. kann unter Umständen herauskommen. Streng genommen müßte einfach gesagt werden, wenn Δx und Δy zu 0 abnehmen, so bleibt eben auch nichts. Zunächst gelten Δx und Δy als wirkliche Werte. Sobald gesagt wird, sie sind gleich Null, so hat die ganze Rechnung absolut keinen Sinn mehr, da 0 ja eben kein Wert ist.“

„Auf der anderen Seite: Läßt man Δx und Δy nicht bis zu 0 abnehmen, so hat man kein Recht, die anderen Glieder verschwinden zu lassen.

Haben Δx und Δy also noch einen endlichen Wert, so bleiben diese Glieder.“

„Aus diesem schlimmen Dilemma hilft nun die noch verzweifeltere Annahme heraus, Δx und Δy seien — *Grenzen* oder *unendlich kleine Werte*. In diesem Fall haben wir *einerseits* das Recht, den Wert p beizubehalten, und *andererseits* die übrigen Glieder wegfällen zu lassen.“

Was soll der Mathematiker *dazu* sagen?

Wenn Δx und Δy verschwinden, so darf man durchaus nicht $\lim \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{0}{0}$ setzen. Denn es handelt sich nicht um das Verhältnis des Grenzwertes von Δy zu dem Grenzwert von Δx , sondern um den Grenzwert des Verhältnisses $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ und der ist ganz bestimmt, nämlich $= p$. Die Rechnung hat also einen guten Sinn, denn $\lim \frac{\Delta y}{\Delta x}$ ist die Richtung der Kurve. Aber selbst wenn wir die Bildung $\frac{0}{0}$ zuließen, dann wäre ihr Wert eben in diesem Falle bestimmt. Eine kaum glaubliche Verwirrung steckt in der Aussage, „ Δx und Δy seien Grenzen oder unendlich kleine Werte“. Etwas vernünftiger wird sie, wenn man annimmt, daß sie sich nicht auf Δx und Δy , sondern auf $\lim \frac{\Delta y}{\Delta x}$ bezieht. Aber die größte Unvernunft des „oder“ bleibt bestehen. Es ist nun unmöglich, hier in ihrem ganzen Umfang die strenge Ableitung zu wiederholen, die die Mathematik heute dem Differentialquotienten geben kann. (Daß der Grenzbegriff dazu gehört, weiß *Vaihinger* auch¹⁾). Was er damit meint, kann man vielleicht nach dem Vorstehenden ahnen. Er lehnt seine Benutzung ab, weil „die Vorstellung der Grenze genau dieselben Widersprüche in sich birgt, wie die Vorstellung des Unendlich-Kleinen, nur versteckter und weniger konkret. Der abstrakte, reine Begriff des Unendlich-Kleinen zeigt jene Widersprüche offen und unmittelbar, welche auch schon im Begriff der Grenze enthalten sind, wie unsere oben S. 506 ff. gegebene Analyse zeigt“²⁾. Schon diese Ausführung weist die Verwechselung von Vorstellung und Begriff auf. Schlägt man die vermerkte Analyse nach, so findet man nichts als die immer sich wiederholende Behauptung, die Grenzgebilde seien „ein Nichts, das doch noch als ein Etwas vorgestellt wird, ein Etwas, das schon in ein Nichts übergeht“, — also dieselbe Verwechselung. *Vaihinger* kennt in seinem Buche den Grenzbegriff der Mathematik überhaupt nicht, ebensowenig den heutigen Stand der Einsicht in das Problem des Unendlich-Kleinen. So kehren denn in seiner Kritik alle die alten irrtümlichen Auffassungen und Einwände wieder, die man bei früheren Generationen verstehen und entschuldigen kann, heute aber nicht mehr.

An einer anderen Stelle ringt er äußerlich

¹⁾ A. a. O. S. 550 f.

¹⁾ A. a. O. S. 553.

²⁾ A. a. O. S. 553.

ganz im Zenoschen Sinne mit dem Problem des *Unendlich-Kleinen*. Läßt man die Entfernung m der Brennpunkte einer Ellipse stetig abnehmen, so wird aus der Ellipse im Falle $m = 0$ ein Kreis. Dazu bemerkt *Vaihinger*¹⁾: „Ich kann in beliebigen Intervallen m steigern oder vermindern, die Ellipse bleibt ewig eine Ellipse; solange m noch einen endlichen Wert besitzt, bleibe ich in derselben Art. Lasse ich es weg, so gelange ich in fremdes Gebiet. Somit gibt es keinen stetigen Übergang von der Ellipse zum Kreis. Der Fortschritt von Ellipse zum Kreis ist schlechterdings diskontinuierlich. So sehr ich auch die Ellipse quantitativ variere, eine Änderung der Eigenschaften, d. h. also der Art, führe ich dadurch nimmermehr herbei. Ellipse und Kreis hängen nicht ohne Unterbrechung zusammen. Es ist eine Kluft da, über welche keine Brücke führt. Zwischen Verkleinerung und gänzlichem Verschwinden, zwischen Etwas und Nichts gibt es keine Vermittelung.“

Wer denkt, wenn er das liest, nicht an den fliegenden Pfeil, der ruht, oder auch an Achilles und die Schildkröte? Das Problem *Vaihingers* ist offensichtlich dasselbe wie das des Überganges von Bewegung in Ruhe (auf das gleiche Koordinatensystem bezogen). Nun wende man *mutatis mutandis* *Vaihingers* Worte einmal auf einen in den Bahnhof einfahrenden Eisenbahnzug an, wobei m die Geschwindigkeit bedeutet: „Ich kann in beliebigen Intervallen m steigern oder verringern, der fahrende Zug bleibt ewig der fahrende Zug; solange m noch einen endlichen Wert besitzt, bleibe ich in derselben Art. Lasse ich es weg, so gelange ich in ein fremdes Gebiet. Somit gibt es keinen stetigen Übergang von der Fahrt zur Ruhe des Zuges. Der Fortschritt von dem bewegten zum ruhenden Zug ist schlechterdings diskontinuierlich. So sehr ich auch die Geschwindigkeit quantitativ variere, eine Änderung der Eigenschaften, d. h. also der Art, führe ich dadurch nimmermehr herbei, der bewegte und der ruhende Zug hängen nicht ohne Unterbrechung zusammen. Es ist eine Kluft da, über welche keine Brücke führt.“ Nach *Vaihinger* würde also der Zug vermutlich nicht anhalten können, ebensowenig wie ein ruhender Zug sich in Bewegung zu setzen vermöchte. Der Grund für dieses kuriose Ergebnis liegt nicht tief, er liegt nämlich nur in der Metaphysik des „Etwas“ und des „Nichts“.

In demselben Zusammenhang ist *Vaihinger* der Meinung, der Kreis sei für die Mathematiker ein *regelmäßiges Vieleck mit unendlich vielen Seiten*, und daraus gewinne man die Inhalts- und Umfangsformel²⁾. Das kommt ja wohl gelegentlich noch in Schulbüchern vor, aber jeder Mathematiker weiß, was er davon zu halten hat. Es ist nur eine besser zu vermeidende sprachliche Ab-

kürzung für das Verfahren, den Kreis zwischen zwei Vielecken mit immer größer werdender Seitenzahl einzuschließen (die übrigens nicht regelmäßig zu sein brauchen).

Daß für *Vaihinger* „der Begriff der vollendeten Unendlichkeit ein Unbegriff ist“¹⁾, ist nach dem Bisherigen klar. Von den Begriffsbildungen der Mengenlehre weiß *Vaihinger* in seinem Werke nichts. —

Ich denke, diese Beispiele genügen, um zu zeigen: Die Selbstwidersprüche, die *Vaihinger* in den mathematischen Begriffen findet, werden entweder bloß behauptet oder entspringen einer seltsamen Metaphysik oder beruhen auf Unkenntnis des heutigen mathematischen Wissens. Daß in der mathematischen Begriffsbildung Unklarheiten, sogar Widersprüche auftreten können, wird damit gar nicht geleugnet. Sie gehören zum Wesen jeder Forschung als eines Erarbeitens. Aber sie werden nicht als der Stein der Weisen angesehen, sondern als Schädlinge, die ausgerottet werden müssen.

(Schluß folgt.)

Die Rasputiza.

Von Dr. B. Brandt, Belzig i. Mark.

Der strenge Winter in Rußland gilt als „Rußlands bester Wegebaumeister“. Der aus dieser sprichwörtlichen Redensart zu folgender mangelhafte Zustand der Wege ist am fühlbarsten in der mit der Schneeschmelze einsetzenden Zeit. Er hat Napoleon zu dem Ausspruche veranlaßt: „qu'il avait trouvé en Pologne un cinquième élément, qui était la boue“. Auch wir haben im russischen Feldzuge nun schon dreimal ähnliche Erfahrungen machen müssen und haben angesichts des ungeheuren Morastes im Ausgang des Winters an ein neues Element oder an einen bisher ungekannten Aggregatzustand gedacht. Der Russe wundert sich weniger darüber, ihm gilt die Unwegsamkeit des Geländes nach der Winterszeit als eine gesetzmäßig alljährlich wiederkehrende Naturerscheinung, die er als *Rasputiza* oder die Zeit der Wegelosigkeit bezeichnet und auf die er sich eben einrichtet.

Wie ist die Rasputiza im einzelnen beschaffen, wie verläuft sie und warum ist sie ein bei uns unbekannter, für Rußland aber charakteristischer Zustand?

I. Ein richtiger russischer Winter dauert schon im westlichen Rußland ein volles Halbjahr. Bereits im Oktober fällt der erste Schnee und erst im April verliert die Schneedecke ihren Zusammenhang. Mehrere Monate lang steigt das Thermometer nicht über 0°. Der gefallene Schnee erfährt also keine Minderung durch Abtauen, sondern wird zu großer Mächtigkeit angereichert. Um die Frühjahrstagundnachtgleiche verliert die Oberfläche der Schneedecke in den

1) A. a. O. S. 513.

2) A. a. O. S. 520.

1) A. a. O. S. 530.

frühen Nachmittagsstunden vorübergehend ihre Festigkeit, gefriert aber dann wieder. Durch das täglich zunehmende Auftauen und Wiedergefrieren verwandelt sie sich in eine harte, firnartige, leicht brüchige Kruste. Eindringende Schmelzwässer zermürben ihre Unterlage, unterminieren sie und bringen sie hier und da zum Einsturz; Karstgewässern gleich sammeln sie sich in verborgenen Rinnsalen und schwellen zu rasch strömenden Wasserläufen an, bis sie irgendwo zutage treten. Alle Täler, Schluchten, Runsen und Hohlwege füllen sich nun mit braunen Gießbächen, abschüssige Straßen werden zu Bachbetten. An den Endzweigen der Trockentäler werden neue tiefe und lange Schluchten eingerissen, die kahlen Wände werden durch Runsen gefurcht und brechen unterspült ab, Bäume der Hochflächenwälder mit sich reißend. Die Talsysteme erweitern sich und greifen immer mehr in die Hochfläche ein. Die abgeschwemmten Sande und Kiese werden deltaartig auf halbem Wege abgelagert und vom anschwellenden Wildwasser aufs neue zerschnitten oder bis in die Niederung befördert, deren fruchtbaren Humusboden sie mit steriler Decke verhüllen.

Unter Entfaltung mächtiger Erosionswirkungen und Zerstörungen von Straßendämmen und Holzbrücken eilen die Schmelzwasser abwärts und verwandeln die Talauen und die Sümpfe, Moorbecken und Altwässer in den Niederungen in weite Wasserflächen. Die Schollen des Flußeises werden gehoben, durch Strömung und Wind zusammengetrieben und fern vom Fluß auf der Talaue abgesetzt. Gelegentlich sperren sie als Barre eine unter Wasser gesetzte Straße.

Alle diese Erscheinungen — Verwüstungen durch die Erosion und Überschwemmung — bilden erst die Einleitung zur eigentlichen Rasputiza. Denn trotz aller Erschwerungen sind die Wege noch gefroren und fest und für die dem Hochwasser angepaßten hochrädigen, kahnartig gebauten, mit wasserdichtem Stoffe ausgeschlagenen Fuhrwerke noch brauchbar.

II. Schon während der Abräumung der Schneemassen beginnt der Boden zu tauen. An kahlen Hängen hatte der Frost überall die Steine des Geschiebemergels zu feinen Spitzen emporgehoben und der Oberfläche eine rauhe, an ein Madreporenriff erinnernde Beschaffenheit gegeben. Mit dem ersten Tauen fallen diese Spitzchen ab, es bleiben nur rundliche Unebenheiten und flache Grübchen zurück; die Wand gleicht nunmehr der genarbtten Kruste eines Sträuselskuchens. Austretendes Bodenwasser erweicht diese Kruste, die Höcker quellen auf, beginnen träge zu fließen und verwandeln sich in kleine abwärtsstrebende Wülstchen. Die Narbung verstreicht und macht einer Zeichnung Platz, die der Oberfläche eines Krimmerpelzes ähnelt. Häufig lösen sich kleine Geschiebe und rollen klirrend hangab; bald bricht eine vom Froste gelockerte Platte mit Getöse ab, bald rutschen

zerbrechende Schollen der Unterstützung beraubten Erdreiches nach; hier reißt das Wasser feine Furchen und baut Deltamodelle auf, dort tropft es beständig und bildet aus mitgeführtem Löß Miniaturstalaktiten. Fließerdemassen vereinigen sich zu zähen Strömchen, die unter Runzelung ihrer Oberfläche mit wulstigen Rändern und einer Stirnanschwellung gleich Lavaströmen in unmerklichem Vorrücken den Fuß des Hanges erreichen. Mitunter ist ihre Bewegung sichtbar. Man erkennt dann deutlich, daß die Masse nicht einfach abwärts gleitet oder von nachrückender Fließerde weitergeschoben wird, sondern daß sie sich rollend bewegt, daß der gleiche Teil bald die Oberfläche, bald die Basis des Stromes bildet und daß wahrscheinlich Material aus der Gleitbahn mit aufgenommen wird. Je tiefer der Boden auftaut, um so größere Erdmassen werden durchtränkt und beginnen, soweit eine geneigte Bahn vorhanden ist, zu fließen. An stark tonigen Hängen bedecken viele Meter lange vorhangartige Fließdecken die Schnee- und Eisreste der Böschung und stauen sich unten in runzeligen Wülsten an. In abschüssigen Bodenfurchen fließen Ströme durchtränkten Bodens von großem Umfange mit sichtbarer Geschwindigkeit hinab. Ihre Länge beträgt viele Meter, ihre Breite wechselt, doch sind sie stets langgestreckt. Die Oberfläche ist leicht gewölbt und fällt von der knapp fußhohen Mitte nach den Seitenrändern ab. Die Masse ist ein schichtungsloses Gemenge von feuchtem Lehm und Geschieben verschiedenster Größe, manchmal die einer Faust überschreitend. Die Geschwindigkeit des Fließens schwankt mit dem Gefäll und je nach dem Tongehalte. Sehr tonige Ströme, die mit Querrissen an Gefällsbrüchen und mit ihrer breiten gelappten Zunge an Gletscher erinnern, legen 10 cm in 20 bis 30 Sekunden zurück. Sand- und geschiebereichere Ströme fließen schneller und brauchen für die gleiche Strecke nur 1 Sekunde. Größere Steine werden ruckweise abwärts geschoben, wobei sie sich mit Geräusch aneinander reiben. Oft bleiben sie liegen und rufen eine vorübergehende Stauung des Stromes hervor. Über die Oberfläche des Stromes und an den Seiten rinne Wasserfäden abwärts und schaffen rasch vergängliche Erosionsfurchen.

Überall fließen Wasser und Boden nach dem tiefer liegenden Gelände hin und sammeln sich im Laufe von Tagen hier zu einem tiefen breiigen Moraste an. Sind die Straßen schon auf dem durchweichten Boden ebenen Geländes schwer passierbar, so steigert sich in den Niederungen ihre Beschaffenheit nahezu zur Unwegsamkeit. Die Wagen bleiben im Schlamm stecken, und tiefeingesunkene Pferde sind bisweilen nicht mehr zu retten. Mancher Ort ist um diese Zeit für eine Weile völlig abgeschnitten. Die Rasputiza hat ihren Höhepunkt erreicht.

III. Die Hochflächen des westrussischen Landrückens sind über große Strecken hin folgen-

dermaßen aufgebaut: Auf unteren Geschiebemergel sind mächtige Sande gelagert, dann folgt wieder Geschiebemergel, der zutage ausgeht oder von Sanden geringerer Mächtigkeit bedeckt ist. In den unteren Sanden liegt im Niveau der Täler der dauernde Grundwasserspiegel, während der obere Geschiebemergel die Ansammlung eines höheren, schwächeren, mit den Niederschlägen schwankenden Grundwasserstockwerks verursacht.

Mit dem Schwinden der Schneedecke versiegen die zahlreichen Wildbäche, die Schluchten werden wieder trocken und bleiben bis zum nächsten Jahre unverändert, die überschwemmten Niederungen erhalten keine Speisung mehr. Nach völligem Tauen des Bodeneises schwindet auch die Quelle der übermäßigen Bodendurchtränkung. Die Feuchtigkeit verdunstet in den oberen Schichten, der Rest speist den höheren Grundwasserhorizont und folgt seinem Strome nach den sumpfigen Rändern der Hochfläche und nach den Talhängen. Während also die ebenen Flächen sehr rasch abtrocknen, bleiben die Gehänge noch längere Zeit durchfeuchtet. Bei den der Sonne ausgesetzten Südhängen überwiegt die Verdunstung rasch die immer mehr abnehmende Wasserzufuhr, die Fließvorgänge erstarren daher bald nach dem Ende des Bodenfrostes. Dagegen sind solche Bodenbewegungen an den Nordhängen, wo überdies der Schnee erst spät schmilzt, noch lange Zeit zu beobachten. Die flachen Nischen, die hier durch Wegfließen des Bodens unter den Schneeresten entstehen und die das Gehänge allein gliedern, stehen in merkwürdigem Gegensatz zu den vorwiegend durch Erosionsschluchten der Schmelzwässer reich gegliederten Südhängen.

In den Talauen bleiben größere Reste der Überschwemmungswässer noch bis in den Mai hinein stehen. Die lange Wasserbedeckung verzögert hier das Tauen des Bodens, die Niederungen bleiben daher sehr lange naß. Ihr Landschaftsbild ist einem beständigen Wechsel unterworfen. Erst gleichen sie einer großen zusammenhängenden Seefläche, dann verwandeln sie sich in ein vielgestaltiges, von Weihern und geschlängelten Gerinnen durchzogenes Gelände, das einer reichen Wasservogelwelt als Brutstätte dient, hierauf verschwinden die stehenden Gewässer, an ihre Stelle tritt ein schwer gangbarer Sumpf. Endlich wird der Boden fest; wo erst Sumpf war, wirbelt jetzt der Wind die pulverige Moorerde in schwarzen Staubwolken auf. Dies tritt etwa im Juni ein, und damit erst klingen die letzten Spuren der Rasputiza aus.

Die Rasputiza in weiterem, nicht nur an ihr größtes Symptom, den Morast anknüpfendem Sinne ist eine rund ein Vierteljahr ausgedehnte Periode gesteigerten Wasserreichtums. Ihre Hauptmerkmale sind: stärkste Erosion, langdauernde Überschwemmung, Bodenbewegungen durch Erdfließen. Die Dauerformen der Erosion sind die zahlreichen tiefen und wilden Schluchten,

die für den westrussischen Landrücken so charakteristisch, im norddeutschen Flachlande dagegen selten sind („Rummeln“ des Fläming). Die Überschwemmung unterscheidet sich von der bei uns im Frühjahr eintretenden durch Ausdehnung und Dauer. Während sie dort rasch vorübergeht, gibt sie der russischen Niederungslandschaft mehrere Monate lang ein eigenartiges Gepräge. Das Erdfließen ist zwar bei uns auch zu beobachten, doch immer nur in geringer Ausdehnung und niemals in so hohen Beträgen. (Hierbei ist allerdings in Anschlag zu bringen, daß im westrussischen Landrücken die Höhenunterschiede verhältnismäßig groß und vegetationsfreie Bodenflächen in den Hängen der Schluchten sehr ausgedehnt sind.) Schneedecke und Bodeneis, die Ursachen der Rasputiza, erreichen in Rußland so hohe Beträge, weil der Winter lang ist und weil wegen der tiefen mittleren Temperaturen alle Niederschläge als Schnee fallen und Tauwetter nicht eintritt. Im mittleren und westlichen Norddeutschland, wo die mittlere Temperatur des kältesten Monats wenig unter 0° heruntersinkt, sind in durchschnittlichen Wintern gelegentliche Regenfälle und Tauperioden keine Seltenheit. Die am Ende des Winters vorhandene Schneemenge ist folglich im Vergleiche zu Rußland gering. Daher sind die Wirkungen der Schneeschmelze und des tauenden Bodeneises nicht so beträchtlich. Die Rasputiza ist eine Erscheinung des kontinentalen und gleichzeitig niederschlagsreichen Klimas. Auch in den Grenzgebieten der osteuropäischen Ländermasse, in Litauen, Polen und Ostpreußen kennt man sie noch. Unter dem Übergangsklima Norddeutschlands sind zwar ihre Merkmale angedeutet, im ganzen aber ist die Erscheinung nicht mehr so auffällig und einschneidend, daß ein dem russischen entsprechender Ausdruck geprägt worden wäre.

Deutsche ornithologische Gesellschaft.

In der Sitzung im Architektenvereinshaus zu Berlin am 2. April d. J. legte Geheimrat *Reichenow* **Bälge neuer geographischer Formen aus Afrika** vor, darunter eine Olivendrossel aus dem Pondoland, die sich durch dunklere und lebhaftere Färbung von der typischen Form *Turdus olivaceus* L. unterscheidet und von Geheimrat *Reichenow* *Turdus olivaceus pondoensis* benannt worden ist. — Frau Dr. *Heinroth* hielt einen Vortrag über ihre Erfahrungen in der **Biologie und Technik bei der Aufzucht junger Vögel**. Die Vortragende, die seit einer Reihe von Jahren die Studien ihres Gemahls über die Entwicklung junger Vögel durch Aufzucht zahlreicher Nestvögel unterstützt, machte überaus interessante und anregende Mitteilungen aus dem reichen Schatz ihrer Erfahrungen, die sie bei der mühevollen Arbeit der Aufzucht gesammelt hat. Sie wies darauf hin, daß die Angaben in der Literatur über die Aufzucht junger Vögel recht unvollkommen und zum Teil auch unzweckmäßig sind. Nach eingehender Schilderung der Unterbringung, Pflege und Fütterung junger Vögel besprach Frau Dr. *Heinroth* verschiedene

biologische Momente. Überhitzung wirkt auf junge Vögel meistens tödlich, während vorübergehende Abkühlung im allgemeinen wenig schadet. Ganz junge Vögel, die bei naßkaltem Wetter völlig verklammert waren und bereits dem Tode nahe zu sein schienen, erholten sich nach genügender Erwärmung sehr schnell. Unter den Nesthockern sperren nur die Singvögel, d. h. sie lassen sich die Nahrung in den weit geöffneten Rachen hineinstecken. Die Ernährung junger Tauben, Papageien und Ziegenmelker erfolgt in der Weise, daß die Alten ihren Kropfinhalt in den Schnabel der Jungen würgen.

Wie Frau Dr. Heinroth bei einer im Zimmer gegliederten Ziegenmelkerzucht beobachten konnte, saugt sich die junge Nachtschwalbe in eigentümlicher Weise an dem Schnabel des alten Vogels fest, indem sie denselben mit ihrem Schnabel erfaßt und sich die Nahrung eintrichtern läßt. Spechte, Wendehälse und Segler schnappen die ihnen vorgehaltene Atzung fort. Raubvögel, Reiher und Störche nehmen die auf den Horstrand gelegten Futterstoffe selbständig auf. Junge Offenbrüter, wie Finken und Grasmücken, betteln sofort um Futter, sobald man das Nest aufdeckt oder dieses berührt, weil sie mit der Erschütterung des Nestes das Anfliegen der nahrungspendenden Eltern verbinden. Da auf diesen Reiz bereits ganz junge Vögel reagieren, so geht daraus hervor, daß es sich nicht um eine erfahrungsmäßige Assoziation, sondern um einen angeborenen Instinkt, der ganz reflektorisch ausgelöst wird, handelt. Junge Höhlenbrüter sperren, sobald ihr Aufenthaltsort verdunkelt wird, weil beim Einschlüpfen der Alten durch die Öffnung der Nisthöhle das Licht abgesperrt wird. Die Entleerungen der meisten Nesthocker sind mit einer dünnen Haut umgeben, wodurch den Eltern das Forttragen der Kotballen erleichtert wird. Junge Reiher, Störche und Raubvögel spritzen ihren dünnflüssigen Kot über das Nest hinweg. Zwergrohrdommeln nehmen hierbei eine eigentümliche hängende Stellung ein, indem sie sich mit den Zehen am Nestrand festkrallen, den Schnabel aufstützen und den Körper nach außen senkrecht herunterhängen lassen. Junge Höhlen- und Halbhöhlenbrüter (Eisvögel, Stare, Rotschwänzen, Sperlinge, Zaunkönige, Laubsänger) entleeren sich stets nach der Lichtseite, wodurch das Innere des Nistraums vor Verunreinigung bewahrt bleibt. Während sich viele Vögel schon im Nest häufig bewegen und ihre Stellung verändern, sitzen andere Arten, wie z. B. der Kuckuck, bis zum Ausfliegen still und fast regungslos. Gleich nach dem Ausfliegen zeigt sich der angeborene Fluchtinstinkt, der vor allen ungewohnten Gegenständen in Erscheinung tritt und bei von Menschenhand aufgezogenen Vögeln sogar auf den Pfleger übertragen wird. Um daher junge Vögel dauernd zahm zu erhalten, muß man die künstliche Fütterungsweise mit der Hand möglichst lange beibehalten. Die Selbständigkeit erlangen aufgefütterte Vögel im allgemeinen zu demselben Zeitpunkt und in derselben Weise wie in der Freiheit. Aus allen diesen Beobachtungen geht hervor, daß in der Entwicklung und dem ganzen Verhalten junger Vögel die angeborenen, reflexmäßig sich äussernden Instinkte die Hauptrolle spielen, Erziehung und Beispiel der Eltern dagegen nur von untergeordneter Bedeutung sind. — Major v. Lucanus legte eine Arbeit Dr. Stadlers über den Zug des Mauerseglers im Maintal 1916 vor. Der Verfasser beobachtete, daß die Segler im Juni bei naßkaltem Wetter ihr Brutrevier verließen, südwärts zogen und erst nach einer Woche bei günstigerer Witterung zurückkehrten. Die

Annahme Stadlers, daß die Segler ihre in den Nestern zurückgelassenen Jungen noch lebend angetroffen haben, hielten Major v. Lucanus und Dr. Heinroth auf Grund ihrer Erfahrungen bei der Aufzucht junger Vögel für nicht zutreffend. Ferner beobachtete Dr. Stadler Ende Juli, als der Fortzug der Segler bereits begonnen hatte, noch einige nach Nordwesten ziehende Seglertrupps. Nach Stadlers Ansicht befanden sich diese Vögel erst auf dem Hinzug in ihr Brutrevier. Major v. Lucanus meinte, daß es sich nur um eine vorübergehende Rückzugserscheinung handelt, wie sie auch von anderen Vogelarten auf der Vogelwarte Rossitten im Herbst wiederholt beobachtet ist, deren Ursache wohl in meteorologischen Verhältnissen liegt.

F. v. Lucanus.

Botanische Mitteilungen.

Die Erwärmungstypen der Araceen und ihre blütenbiologische Deutung. (E. Leick, Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 33, 1915.) Schon Delpino und Kraus haben die Ansicht ausgesprochen, daß die Wärmeproduktion im Araceenkolben ein Mittel zur Insektenanlockung darstellt. Leick sucht nun auf Grund ausgedehnter Beobachtungen diese Theorie im einzelnen auszubauen und vor allem die Entwicklungslinien aufzudecken, die von einfacheren Verhältnissen ausgehend zu den hoch spezialisierten Arumarten führen. Dabei muß neben der Art der Wärmeproduktion natürlich auch gleichzeitig die Blütenmorphologie berücksichtigt werden. Leick unterscheidet innerhalb der Familie der Araceen 4 Typen, die eine ansteigende Stufenleiter darstellen: 1. den Monstertypus, 2. den Philodendrontypus, 3. den Colocasiatypus und 4. den Arumtypus. Der Monstertypus ist der ursprünglichste. Die Spatha zeigt noch keine Kesselbildung an der Basis, sondern öffnet sich schlitzförmig auf ganzer Länge. Der ganze Blütenkolben ist hier bis zur Spitze mit Blüten bedeckt, weiblichen und männlichen, die bunt durcheinander stehen. An der Wärmeproduktion nimmt ziemlich gleichmäßig der ganze Kolben teil, und die Wärmekurve weist drei aufeinanderfolgende Maxima auf. Das erste Maximum fällt in die Zeit, wo die Narben reif sind und mit fremden Pollen belegt werden können. Das zweite, ausgiebigste Maximum trifft mit der Antherenöffnung zusammen; der dritte, ziemlich schwache Anstieg dient wohl dazu, eine gründliche Ausbeutung der letzten Pollenreserven herbeizuführen. Beim Philodendrontypus ist schon eine Lokalisierung in der Blütenverteilung eingetreten: die männlichen Blüten stehen oben, die weiblichen unten. Außerdem ist die Wärmeproduktion auf die Spitze des Kolbens beschränkt, die infolge ihrer exponierten Lage besonders geeignet für die Anlockung erscheint. Es sind bloß zwei Wärmemaxima vorhanden, von denen das erste mit der Empfängnisfähigkeit der Narbe, das zweite mit der Pollenentlassung zusammenfällt. Der Colocasiatypus stellt schon einen Übergang zum Arumtypus dar. Die Spatha ist in ihrer unteren Region ringsum geschlossen und darüber etwas eingeschnürt, so daß hier schon ein Kessel vorhanden ist, der allerdings nach oben keinen Verschluss durch Sperrhaare trägt. Männliche und weibliche Blüten stehen wie beim Philodendrontypus getrennt, die Pistille im Spathenkessel, die Antheren am frei hervorragenden Teile des Kolbens. Beachtung verdient, daß die männlichen Blüten nach der Spitze zu abortieren. In dieser Zone, aus der sich später bei

Arum der Appendix („Thermophor“) entwickelt hat, findet die Haupterwärmung statt. Der männliche und weibliche Teil des Blütenstandes grenzen noch unmittelbar aneinander. Das erste Wärmemaximum erfolgt zur Zeit der Narbenreife. Durch die Wärme des Kolbenriffs werden die Insekten angelockt und dringen nun, dem Dufte nachgehend, in den Spathenkessel hinab. Wenn die Staubbeutel sich öffnen, tritt ein zweiter Anstieg der Wärmeproduktion auf, und diesem können allmählich abklingend 2—3 weitere nachfolgen. Der Arumtypus bildet die höchste Anpassungsstufe. Hier ist der Kessel vollständig zur Falle ausgebildet, indem die Verengung durch umgewandelte Staminodien, die zu Sperrhaaren geworden sind, verschlossen ist. Sowohl die männliche als auch die weibliche Region des Blütenstandes befinden sich innerhalb des Kessels und sind durch einen Zwischenraum getrennt. Der über den Kessel hervorragende Teil des Kolbens, der Appendix, dient ausschließlich der Wärmebildung. Er enthält große Mengen von Stärke, die sehr rasch veratmet wird und dadurch eben die Temperaturerhöhung bedingt. Nach Kraus kann in wenigen Stunden 75 % der Trockensubstanz veratmet werden; so wird verständlich, daß bei *Arum italicum* in extremen Fällen ein Plus von 36° eintreten kann. Die Sperrhaare ermöglichen es pollenbeladenen Dipteren, in das Innere der Falle einzudringen, setzen aber zunächst der Umkehr einen unüberwindlichen Widerstand entgegen. Einmal wurden gegen 4000 Tierchen in einem Blütenstand gezählt. Wenn die Befruchtung durch die umherkrabbelnden Insekten erfolgt ist, dann trocknen die Narben und die Antheren beginnen sich zu öffnen. Gleichzeitig welken die Sperrhaare und die pollenbeladenen Gäste können an anderen Pflanzen neue Befruchtungen vornehmen. Wie man sieht, sind hier also Pollenzufuhr und Pollenabfuhr in einen Akt zusammengelegt. Deshalb ist auch bloß ein ausgeprägtes Wärmemaximum vorhanden. Während des Welkens der Sperrhaare findet noch einmal ein leichter Temperaturanstieg statt, und dies wird von Leick dahin gedeutet, daß die Tiere veranlaßt werden sollen, den Kessel zu verlassen und emporzusteigen. Ob die hier vorgebrachten Deutungen durchgängig der Wirklichkeit entsprechen, das muß, wie Verf. mit Recht hervorhebt, erst noch durch eingehende Studien in der Heimat der verschiedenen Aroideen festgestellt werden.

Beiträge zur Biologie einiger geokarper Pflanzen. (E. Theune, Beitr. z. Biol. d. Pfl., 13, 1916.) Unter Geokarpie versteht man die Erscheinung, daß Pflanzen ihre Früchte unter der Erde zur Reife bringen. Dieser seltsame Vorgang, der indes bisher nur bei ca. 20 ausländischen Pflanzenarten, vor allem bei Leguminosen, beobachtet worden ist, kann in doppelter Weise zustande kommen. Entweder werden schon die Blüten unterirdisch angelegt oder aber die Früchte werden erst sekundär von der Pflanze in die Erde hinabbefördert. Im ersten Falle ist natürlich eine Fremdbestäubung ausgeschlossen, die im Boden befindliche Blüte bleibt geschlossen und befruchtet sich selber (Kleistogamie). Beim zweiten Modus biegt sich entweder der Fruchtsiel herab und verlängert sich so lange, bis er in die Erde eindringt und eine bestimmte Tiefenlage erreicht, oder aber es gelangt zwischen Blütenstiel und Samenanlage ein besonderes Axenorgan, der sogenannte „Gynophor“ zur Ausbildung. Beachtung verdient, daß dieses Eindringungsorgan ungemein zweckmäßig konstruiert ist, so daß es in geeigneter Weise den Erdwiderstand zu überwinden vermag. Die Spitze ist scharf und straff, scheidet oft eine besondere Quellschubstanz aus,

und die Wachstumszone ist — genau wie bei den Wurzeln — sehr kurz und nach vorne gerückt. Außerdem sind die Randpartien des Gynophors häufig durch Festigungsgewebe versteift. Das Wachstum der Früchte erfolgt erst dann, wenn die normale Tiefenlage erreicht ist. Damit ist der Möglichkeit vorgebeugt, daß das Vordringen in die Erde durch das Anschwellen der Früchte gehemmt wird. Übrigens muß hervorgehoben werden, daß beide Formen der Geokarpie mitunter bei ein und derselben Art verwirklicht sind. Dies ist zum Beispiel bei der Erdnuß (*Arrachis subterranea*) der Fall. Die ökologische Bedeutung der Geokarpie ist noch nicht ganz sichergestellt. Von den meisten Autoren wird die Ansicht vertreten, daß sie einen Schutz gegen Tierfraß darstellt. Jedenfalls verdient aber auch das von Darwin vorgebrachte Moment Beachtung, daß die Pflanze auf diesem Wege ihre Samen selbsttätig in ein günstiges Keimbett bringt. So ist es verständlich, daß eine Dünenpflanze, wie *Okenia hypogaea*, in der Tiefe, wo größere Feuchtigkeit herrscht, leichter auskeimt als an der trockenen Oberfläche. Allerdings muß damit die Pflanze gleichzeitig einen Nachteil in Kauf nehmen: die Nachkommenschaft ist an die Nähe der Mutterpflanze gebunden, und die Verbreitung über weitere Strecken ist in Frage gestellt. In dieser Beziehung ist die vermittelnde Gruppe der „amphikarpen“ Pflanzen günstiger gestellt. Ihre Vertreter besitzen zweierlei Früchte, unterirdische und solche, die, wie bei normalen Pflanzen, an der Luft zur Reife gelangen. Im Experiment können geokarpe in amphikarpe, amphikarpe in normale („aerokarpe“) Pflanzen verwandelt werden. Dies deutet darauf hin, daß die Geokarpie auf dem Umwege über die Amphikarpie durch besondere äußere Einflüsse aus gewöhnlicher Fruchtbildung entstanden ist.

P. St.

Die Flora des Buntsandsteins Badens. (Frentzen, Mitteil. d. Gr. Bad. Geol. Landesanst. VIII, H. 1, 1915.) Die Flora des Buntsandsteins zeichnet sich durch ihre große Armut sowohl an Arten als auch an Individuen aus. Meist treten nur vereinzelte, größtenteils unbestimmbare Pflanzenreste auf, und die Stellen, wo man von einer eigentlichen Flora reden kann, sind sehr beschränkt in Deutschland. Den größten Reichtum weisen die Voltzienschichten in den Vogesen auf, die durch die schöne Monographie von Schimper und Mougeot bekannt geworden sind. Hier treffen wir 23 Gattungen mit 36 Arten, die vorwiegend den Equisetinen, Filicinen, Lycopodinen und Gymnospermen angehören. Spärlichere Pflanzengesellschaften von demselben Vegetationscharakter sind aus der Rheinpfalz, Eifel, Franken, Hessen und Karlsbad an der Weser beschrieben worden. Dazu gesellt sich als weitere sehr reichhaltige Fundstätte der Kreichgau (Baden), der nun in sehr eingehender Weise von Frentzen bearbeitet wurde. Neben einigen verbreiteteren Gattungen wie Equisetum, Schizoneura, Anomopteris, Crematopteris, Otozamites und Voltzia konnten einige Formen nachgewiesen werden, die deshalb von Bedeutung sind, weil sie die Flora des Buntsandsteins mit der älteren Formationen verknüpfen und daher in erfreulicher Weise die Kluft zwischen Paläozoikum und Mesozoikum überbrücken, wofür ja auch von paläozoologischer Seite Tatsachen beigebracht worden sind. Hierher gehören neben Psaronius vor allem die Reste der Lycopodineen: Pleuromioia, Knorria und Lepidostrobus. Daß die Sigillarien und Lepidodendren bis ins Mesozoikum hinein durchgehalten haben, ist ja nicht neu. Eine richtige Sigillarie, Sigillaria oculina Blanck., wird von Blancken-

horn für die Flora des oberen Buntsandsteins von Kommern beschrieben, und die Gattung *Lepidodendron* reicht sogar in der Spezies *L. Keuperianum* bis in den Keuper hinein. Außerdem wurde bei Bernburg eine ältertümliche Buntsandsteinflora festgestellt, die sich lediglich aus 4 Arten der Gattung *Pleuromioia* zusammensetzt. Vom floristischen Standpunkt aus ist nach all diesen Befunden der Einschnitt eher an die Grenze zwischen Trias und Jura zu setzen, was dadurch gestützt werden kann, daß typische Phanerogamen erst nach diesem Zeitpunkte auftreten. Wichtig sind außer den systematischen Befunden in der Arbeit *Frentzen* vor allem die Betrachtungen, die er an die klimatischen Verhältnisse der Buntsandsteinzeit anknüpft. Das ist ja eine lang umstrittene Frage. Zum ersten Mal wird hier der ökologische Charakter der Flora nach dieser Richtung verwertet. Vor allem fällt der Reichtum an xerophytischen Merkmalen auf. *Frentzen* führt hierfür an: Das dachziegelige Siebdeckchen der Fiederblätter von Neuropteridinen, die Kantenstellung und Einrollung der Blätter von *Crematopteris*, die Mikrophyllie von *Aetophyllum*, *Voltzia* und *Equisetum*, die Sklerophyllie bei *Neuropteridium*, *Albertia* und *Otozamites*, die Anlagen zur Wasserspeicherung, die sich in der üppigen Entwicklung des Schwammparenchyms zwischen den Adventivwurzeln von *Psaronius* kundgeben. Zu diesen Eigenschaften gesellen sich solche, die geeignet sind, die Insulationswirkung und den austrocknenden und scherenden Einfluß des Windes zu dämpfen. So deutet *Frentzen* die vielfach zutage tretende starke Ausbildung des mechanischen Systems, das Auftreten der Buschform (*Pinites*, *Anomopteris*), der Rutenform (*Aetophyllum*) und des Federbuschtypus (*Lesangeana*). Mit diesem Florencharakter wäre die Annahme vereinbar, daß die Gesellschaft Wanderdünen besiedelte; dagegen spricht aber entschieden, daß feste Verankerungsorgane und Schutzmittel gegen Übersättigung, wie sie viele Dünenpflanzen zeigen, ebensosehr fehlen, wie die Befähigung zu ausgiebiger vegetativer Vermehrung, eine Eigenschaft, die ebenfalls für jene Genossenschaft bezeichnend ist. Auch „physiologisch trockene“ Gebiete wie Mangroven und Moore kommen als Heimstätte der Buntsandsteinflora nicht in Betracht; dagegen spricht der gesamte petrographische Charakter der pflanzenführenden Horizonte. *Frentzen* kommt vielmehr zu folgender Annahme: „Entweder handelt es sich um die Vegetation verfestigter älterer Dünen (analog der Strandkieferzone in den Ostseeprovinzen) oder um eine Wüstenflora. Für letzteres spräche vor allem das punktweise Auftreten der Buntsandsteinpflanzen. Dabei deuten aber zahlreiche Umstände, vor allem die Übersättigung durch Myophorien und Linguliden führende Sedimente auf Strandnähe. Offenbar erfolgte in — geologisch betrachtet — kurzer Zeit eine Überflutung durchs Meer, die, auf deutschem Boden wenigstens, der Buntsandsteinflora und deren Nachzögern in der Keuperformation ein Ziel setzte.“

Befruchtung und Embryobildung bei *Oenothera Lamarckiana* und einigen verwandten Arten. (*O. Renner*, Flora, N. F. Bd. 7, 1915.) *de Vries* hat 1911 über interessante Kreuzungsversuche berichtet, die zwischen *Oenothera biennis* und *O. muricata* vorgenommen wurden. Es hat sich nämlich gezeigt, daß die beiden reziproken Kreuzungen nicht zum selben Ergebnis führen, sondern daß die Bastarde dem jeweiligen Vater gleichen. Nach den Angaben von *de Vries* sollen sie dann weiterhin bei Selbstbefruchtung konstant sein. *Goldschmidt* hat dann diesen experimentellen Befun-

den eine besondere theoretische Deutung gegeben. Er nimmt an, daß in diesen Fällen eine Verschmelzung des Eikerns mit dem Spermakern unterbleibt, der Eikern würde vielmehr von der weiteren Entwicklung ausgeschlossen, und es würden bloß mütterliches Plasma und väterlicher Kern in den Zellen der Bastarde zusammenwirken. Auf diese Weise würde nicht nur die angebliche Konstanz der Bastarde, sondern vor allem auch das Ergebnis der doppelt reziproken Kreuzungen eine einfache Erklärung finden. Nach *de Vries* ist hier folgendes Schema gültig:

$$1) (O. \text{ bienn. } \text{♀} \times O. \text{ mur. } \text{♂}) \times (O. \text{ mur. } \text{♀} \times O. \text{ bienn. } \text{♂})$$

↓
O. biennis rein.

$$2) (O. \text{ mur. } \text{♀} \times O. \text{ bienn. } \text{♂}) \times (O. \text{ bienn. } \text{♀} \times O. \text{ mur. } \text{♂})$$

↓
O. muricata rein.

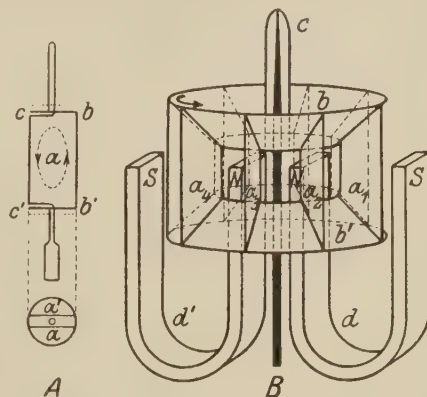
Es findet also hier Rückkehr zu dem peripheren Großelter statt, nach der Goldschmidtsche Deutung deshalb, weil nun wieder Kern und Plasma der peripheren Komponente zusammenkommen. Nun ist schon den experimentellen Feststellungen an sich von verschiedener Seite widersprochen worden. Nach *Baur* zeigt der Bastard *O. muricata* × *biennis* in F_2 kein einheitliches Verhalten, und nach *de Vries* eigenen späteren Angaben betrifft die Ausschaltung des zentralen Großelters in doppelt reziproken Kreuzungen durchaus nicht alle Merkmale. Dazu konnte aber noch *Renner* in seiner Arbeit den Nachweis erbringen, daß die Goldschmidtsche Hypothese in den cytologischen Vorgängen des Embryosacks keinerlei Stütze findet. Bei den Kreuzungen *O. biennis* × *muricata*, *muricata* × *biennis*, ebenso wie bei den Verbindungen *biennis* × *Lamarckiana* und *Lamarckiana* × *biennis* findet normale doppelte Befruchtung statt. Die Chromosomenzahl im Embryo und Endosperm ist diploid, und die entgegenlaufenden Angaben Goldschmidts beruhen auf einem Irrtum. Wichtig ist aber, daß der Eintritt der Befruchtung keineswegs eine normale Weiterentwicklung des Embryos verbürgt. Während z. B. aus der Kreuzung *O. biennis* × *Lamarckiana* lauter gesunde Samen hervorgehen, liefert die reziproke Kreuzung *O. Lamarckiana* × *biennis* bloß 50 % normale Samen, die andere Hälfte bleibt taub. Auf diese Weise findet das verschiedene Verhalten der Nachkommenschaft der beiden Kreuzungen eine befriedigende Erklärung. *de Vries* fand nämlich, daß aus der Vereinigung *O. biennis* × *Lamarckiana* zwei verschiedene Formen hervorgehen, die er als *velutina* und *laeta* bezeichnet; die Kreuzung *O. Lamarckiana* × *biennis* dagegen ist einförmig und erzeugt eine Form, die der *velutina* entspricht. Offenbar stellen die 50 % nichtentwicklungsfähiger Samen die andere Komponente dar. Dafür spricht die Tatsache, daß eine besondere Form von *biennis*, *biennis* Chicago, auch dann in F_1 zwei Bastardtypen entwickelt, wenn *biennis* Vater ist. Die der *laeta* entsprechende Komponente zeichnet sich aber durch auffallende Schwächlichkeit aus. *Renner* vertritt nun den Standpunkt, daß diese Spaltungen, die nicht nur bei *O. Lamarckiana*, sondern in derselben Weise auch bei *O. nanella* und *O. rubrinervis* auftreten, darauf beruhen, daß diese Arten im *laeta-velutina*-Merkmal heterozygotisch sind. „Eine *biennis* × *Lamarckiana*-Zygote, die den Faktor *L* (*laeta*) besitzt, wird *laeta*, eine andere, die aus dem Pollen von *Lamarckiana* den Faktor *l* erhält, wird *velutina*.“ Wenn dies richtig wäre, dann müßte *O. Lamarckiana* bei Selbstbefruchtung 50 % *ll* und zu je 25 % *ll* und *LL* liefern, also $\frac{1}{4}$

homozygotische velutina und $\frac{1}{4}$ homozygotische laeta. Diese müßten, mit Pollen von *O. biennis* befruchtet, reinen velutina- bzw. laeta-Linien den Ursprung geben. Tatsächlich ist aber bisher ein solches Verhalten noch nicht beobachtet worden. Aber es gelang *Renner*, festzustellen, daß 50 % der selbstbefruchteten Samen taub sind. Offenbar gehen also die Homozygoten zugrunde, sie sind aus irgendwelchen Gründen nicht existenzfähig. Dieser Schluß gewinnt an Überzeugungskraft dadurch, daß bei *O. nanella* und *O. rubrinervis* ebenfalls die Hälfte der Samen verkümmert. Auf diese Weise ist es möglich — und darauf beruht die Bedeutung der Rennerschen Arbeit —, durch Zygotausfall verkappte Mendelspaltungen aufzuklären. Dafür werden noch weitere Belege angeführt. Hierher gehört z. B. die Erscheinung, daß die eingangs erwähnten, scheinbar einheitlichen patroklinen Bastarde *O. biennis* \times *muricata* und *muricata* \times *biennis* dauernd taube Samen abspalten, und zwar wiederum im Verhältnis 1:1; also auch hier Heterozygoten. Diese Bastarde sind von hoher Bedeutung für das Problem der *O. Lamarckiana*. „Sie zeigen, daß durch Verbindung zweier vollkommen fertiler Arten heterozygotische Konstruktionen entstehen können, die unter Zygotausschaltung dauernd heterozygotisch bleiben. Damit hat die Vermutung, die *O. Lamarckiana* sei durch Kreuzung hervorgebracht, eine neue Stütze gefunden.“ Es wäre wünschenswert, von dieser neuen Warte aus einen größeren Kreis von *O*-Arten und -Bastarden auf sein Keimungsvermögen zu untersuchen. Es liegen Anhaltspunkte dafür vor, daß dann weitere Fälle von innerlich bedingter Hemmung zutage treten werden. Natürlich darf aber nur dann auf genotypische Ursachen geschlossen werden, wenn die Vorgänge festen Zahlengesetzen folgen, P. St.

Physikalische und technische Mitteilungen.

Einen neuen thermoelektrischen Effekt hat *Carl Benedicks* entdeckt. Dieser Effekt beruht auf der von ihm beobachteten Erscheinung, daß die thermische Leitfähigkeit der Metalle nicht unabhängig von den Dimensionen der leitenden Metallstücke ist. Er verglich nämlich die Leitfähigkeit eines Bündels von 1755 feinen Kupferdrähten von 0,07 mm Durchmesser, die durch Schmelz voneinander isoliert waren, mit der eines homogenen, massiven Kupferzylinders von gleichem Querschnitt. Das Drahtbündel und der Zylinder wurden beide an einen Kupferblock angelötet, der erhitzt wurde. Mit ihrem anderen Ende wurden sie an zwei völlig gleiche Kupferzylinder angelötet, die mit Cu_2HgJ_4 überzogen waren (dieser Stoff wechselt bei 71° seine Farbe von rot zu schwarz). Hierbei ergab sich, daß die Isothermen von 71° bei dem Drahtbündel ständig um 12 mm zurückblieben. Da nun Drahtbündel und massiver Zylinder die gleiche elektrische Leitfähigkeit besitzen, so muß das Wiedemann-Franzsche Gesetz bei der Unterteilung der Metalle seine Gültigkeit verlieren. Diese Beobachtung veranlaßt *Benedicks* zu weiteren Versuchen. Er stellte den Seebeck'schen Versuch in der Weise an, daß er den nicht homogenen Stromkreis durch einen homogenen ersetzte, bei dem eine Schenkel aus geteiltem Kupfer (1500 Drähte von 0,07 mm Durchmesser) bestand, und erhielt Ablenkungen des astatisch aufgehängten Systemes bis

zu 25°. Hiernach baute er einen Apparat (Fig. A), bei dem eine kleine Vorrichtung aus Kupfer in einem horizontalen Magnetfeld aufgehängt wurde. Diese Vorrichtung besteht aus zwei Rechtecken *a*, *a'*, an deren Enden zwei Kupferscheiben *b*, *b'* mit ihren rechten Hälften angelötet sind, so daß die linken Hälften frei bleiben. Wurde die obere Scheibe *b* erhitzt durch einen darüber gehaltenen Draht *c* mit Hilfe eines schwachen hindurchgeschickten Stromes, so konnte man mittels eines Spiegels eine Drehung des Systems beobachten, die in solchem Sinne erfolgte, als ob in *a*, *a'* ein thermoelektrischer Strom in solcher Richtung kreiste, daß durch den Thomsons Effekt die scheinbare thermische Leitfähigkeit der Platten *a*, *a'* vermehrt wird. Bei Erhitzung der Platte *c'* erfolgt die Drehung des Systems in umgekehrter Richtung. Ebenso wird sie umgekehrt durch Umkehrung des Magnetfeldes. Ersetzt man das Kupfer durch Konstantan, so gehen alle Drehungen in entgegengesetztem Sinne wie beim Kupfer vor sich, sind aber viel größer. Dagegen läßt sich beim Blei keinerlei Drehung beobachten. Diese Beobachtungen sind ihrem Werte nach genau von der Größenordnung, wie sie ein Effekt, der die Umkehrung des Thomsons Effektes darstellt, haben müßte; denn die



Koeffizienten des Thomsons Effektes betragen für Kupfer + 0,38, für Konstantan — 5,50 und für Blei 0,0 Mikrokalorien für ein 1 Coulomb. Der beobachtete Effekt ist so bedeutend, daß es möglich war, ihn zum Bau eines Wärmemotors zu benutzen, wie ihn Fig. B. darstellt. Acht Kupferblättchen a_1, a_2, \dots, a_8 sind an zwei Kupferringe *b*, *b'* gelötet und dieses System, welches die Gestalt eines Wasserrades hat, ist mit Hilfe eines an *b* befestigten geschlossenen Glasrohres auf eine Spitze gelagert, um die es sich drehen kann. *d* und *d'* sind zwei symmetrisch zur Drehungsachse angebrachte Magnete. Wenn man *b* leicht erhitzt, z. B. durch Bestrahlung mit einer Nernstlampe, die auf 1 cm genähert wird (die Außenflächen von *b* und *b'* sind geschwärzt), so beginnt sich das Rad zu drehen. Bei Erhitzung von *b'* dreht sich das Rad in entgegengesetztem Sinne. Macht man das Rad aus Konstantan, so gehen die Drehungen in umgekehrter Richtung wie beim Kupfer vor sich. *Benedicks* will diese Erscheinungen in der Weise erklären, daß in homogenen Metallen, wenn sie ungleichmäßig erwärmt werden, starke elektrische Ströme auftreten, die vermöge des Thomsons Effektes einen sehr bedeutenden Transport von Wärme bewirken. Die Beziehungen dieses neuen thermoelektrischen Effektes zu den drei andern seit langer Zeit bekannten Effekten stellt folgende Tabelle dar:

	Stromkreis	
	nicht homogen	homogen
Eine Temperaturdifferenz erzeugt einen elektrischen Strom	Seebeck (1823)	Benedicks (1916)
Ein elektr. Strom erzeugt eine Temperaturdifferenz .	Peltier (1834)	Thomson (1856)

In dieser Tabelle ist zu bemerken, daß die Effekte der zweiten Reihe (*Peltier, Thomson*) schwerer zu beobachten und auch zu messen sind als die Effekte der ersten Reihe, welche physikalisch von größerer Bedeutung sind. Zu den zahlreichen Folgerungen, zu welchen die Entdeckung dieses neuen Effektes führen wird, muß man auch seinen voraussichtlich sehr großen Einfluß auf den magnetischen Zustand der Erdkugel, deren Inneres als metallischer Leiter anzusehen ist, rechnen (*C. R.* 163, 753, 1916).

Eine Leistungsver schlechterung der englischen Industrie in gewissen Zweigen soll durch den Krieg, nach einer Rede, die *Glazebrook*, der Direktor des englischen Physikalischen Staatslaboratoriums (National Physical Laboratory), am 4. Dezember im Birmingham- und Midland-Institut gehalten hat, eingetreten sein. In dieser Rede behandelte *Glazebrook* die Beziehungen seines Institutes zu Wissenschaft und Industrie, zwischen denen es die Vermittlung herstellen sollte. Er berichtete, daß das Staatslaboratorium seit Beginn des Krieges ganz in den Dienst der Militärbehörden gestellt sei. So seien in ihm während der letzten 15 Monate 250 000 Instrumente für das Kriegsgesamt geprüft worden. Daneben habe aber auch die Tätigkeit für Private nicht geruht. In dem am 31. März 1916 abgeschlossenen Berichtsjahr seien 75 000 Instrumente für Privatleute geprüft worden. Darunter befand sich eine Art von Instrumenten, die zu gewöhnlichen Zeiten in großer Zahl der Prüfung unterzogen wurden und hierbei im Durchschnitt weniger als 1 %, etwa 7- bis 8 Tausendstel, Ausschuß aufgewiesen hatten. Unter dem Drange der Not waren diese Instrumente zu Beginn des Krieges ungeprüft in Gebrauch genommen worden. Als dann später wieder Prüfungen dafür eingeführt wurden, fanden sich unter den ersten Losen 18 % Ausschuß, also 25-mal mehr als früher (*Engl. Mech. and World* 104, 409, 1916).

Eine Gruppeneinteilung der Spektrallinien des Eisens hat *G. A. Hemsalech* unternommen. Diese an Zahl mehr als 4700 betragenden Linien will er nach Maßgabe der Wirkungen, welche thermische und chemische Einflüsse auf sie ausüben, unterscheiden. Man hat in früheren Untersuchungen die Eisenlinien in zwei Gruppen geteilt, je nachdem sie im Bunsenbrenner aus dem inneren Kegel oder aus der eigentlichen Flamme stammten. Die letzteren treten in verstärktem Maße in Eisenspektren auf, die in Flammen von höheren Temperaturen erzeugt werden, während die Linien des inneren Kegels mehr zurücktreten. Die der Flamme angehörenden Linien kann man als Grundspektrum und die des inneren Kegels als Ergänzungsspektrum betrachten. Das Grundspektrum ist dann auf thermische Wirkungen zurückzuführen und das Ergänzungsspektrum auf chemische Wirkungen. Die neueren Untersuchungen von *Hemsalech* haben nun ergeben, daß schon das Grundspektrum sich aus zwei verschiedenen Arten von Strahlen zusammensetzt, von denen die eine besonders empfindlich gegen chemische und die andere gegen thermische Wirkungen ist. So

ergeben sich drei Klassen von Strahlen. Die erste hiervon umfaßt die Strahlen, die im Bunsenbrenner von der äußeren Flamme erzeugt werden und sich in Flammen höherer Temperatur sehr verstärkt zeigen. Sie sind also besonders empfindlich gegen thermische Einwirkungen. Ihr gehören z. B. an die Linien 3860, 3920, 4376. Die zweite Klasse bilden die Strahlen, die durch chemische Wirkungen entstehen und sehr ausgeprägt im äußeren Kegel, dagegen schwach in der Flamme sind, z. B. die Triplets 4046 und 4384. Die dritte Klasse endlich umfaßt das Ergänzungsspektrum, also die eigentlichen Strahlen des inneren Kegels; Beispiele 3936, 4119, 4957. In jeder dieser drei Klassen lassen sich besondere Gruppen von je 3, 4 oder mehr Strahlen unterscheiden, die sich nach einem bestimmten, aber noch unbekannten Gesetze verteilen, die Verteilung ist aber eine solche, daß merkwürdigerweise in den Gruppen der ersten und zweiten Klasse die Linien gegen Rot dichter zusammenrücken, in denen der dritten Klasse aber gegen Violett hin. (*C. R.* 163, 757, 1916.)
M.

Die Gleichrichterwirkung des Siliziumdetektors ist nach Versuchen von *Austin* aus dem Jahre 1908 proportional dem Quadrat des Wechselstromes. Da sich seine Messungen aber nur bis zu Frequenzen von 140 000 erstreckten, haben *L. S. McDowell* und *F. G. Wick* dieselben neuerdings (*Phys. Rev.* 8, S. 133, 1916) bis zu höheren Frequenzen (etwa $3 \cdot 10^8$) fortgesetzt. Ihr Erreger bestand aus einem Aluminiumfunken unter Petroleum mit zwei horizontalen Drähten als Antenne; der Empfänger war darauf abgestimmt. Die Schwächung der auffallenden elektrischen Energie erfolgte durch einen Schirm von parallelen Drähten, welcher in verschiedene Lagen gestellt wurde. Die Versuche ergaben auch bis zu diesen hohen Frequenzen, daß der durch den Siliziumdetektor gleichgerichtete Strom proportional dem Quadrat des ihn durchfließenden Wechselstromes ist.

Die beim Zusammenstoß zweier Kugeln auftretenden Schallerscheinungen sind von *S. Banerji* (*Phil. Mag.* 32, S. 96, 1916) näher untersucht. Zur Messung der Schallstärke benutzte er einen auf dem ballistischen Prinzip beruhenden Apparat. Dieser besteht aus einem hornartigen Empfänger, dessen eines Ende durch eine Glimmerscheibe verschlossen ist, in deren Mittelpunkt eine scharfe Metallspitze befestigt wird. Diese berührt einen leichten, um eine Achse drehbaren Spiegel, welcher durch eine kleine Spiralfeder (ähnlich wie bei den Drehpulvinstrumenten) in seiner Ruhelage gehalten wird. Die Prüfung dieses Apparates ergab, daß die ballistischen Ausschläge des Spiegels der Intensität des Schalles proportional sind. Es wurde zunächst festgestellt, daß dieselbe nach den einzelnen Richtungen sehr verschieden ist. Wie zu erwarten war, ist sie am größten in der Stoßlinie; sie nimmt dann allmählich bis auf einen verschwindend kleinen Betrag ab, und zwar liegt dieses Minimum auf der Oberfläche eines Kegels mit einem Halbwinkel von 67° ; darauf steigt sie wieder an und erreicht ein zweites flacheres Maximum in der Ebene senkrecht zur Stoßlinie. Die Intensität nimmt ferner ab mit dem Quadrat des Abstandes von dem Berührungspunkte der beiden Kugeln und ist, gleiches Material vorausgesetzt, der vierten Potenz der Radien sowie dem Quadrat der Geschwindigkeitsänderung der stoßenden Kugeln proportional.

Der Widerstand dünner durch Kathodenzerstäubung erhaltener Metallschichten ist eine sehr inkonstante

Größe. Um ganz reine Verhältnisse zu erhalten, hat E. W. Hobbs (*Phil. Mag.* 32, S. 141, 1916) die Widerstandsänderungen an Schichten von Platin und Palladium verfolgt, die nach der Zerstäubung dauernd im Vakuum blieben. Er fand, daß der Widerstand abnimmt und einem konstanten Endwerte zustrebt, der aber auch nach einigen Tagen noch nicht erreicht war. Dieser Alterungsprozeß war von der Schichtdicke unabhängig. Beim Zulassen von Luft wächst der Widerstand wieder infolge von Gasaufnahme durch das Metall. Dieselbe Erscheinung kann auch beim Zulassen von Wasserstoff auftreten; durch die Wärmeentwicklung, welche bei der Absorption oder durch die infolge der katalytischen Wirkung des Metalles eintretende Verbindung des Wasserstoffs mit Spuren von Sauerstoff eintritt, kann aber auch eine Abnahme des Widerstandes erfolgen.

Glaströge ohne Kittung. Die bisher zu Absorptionsversuchen oder anderen optischen Messungen verwendeten Glasgefäße leiden an dem Übelstande, daß der Kitt von manchen Flüssigkeiten angegriffen wird, so daß die Tröge dadurch undicht werden oder auch ganz auseinanderfallen. Davon sind auch die durch eine Art Emaille im Ofen gekitteten Tröge nicht immer frei. Ferner können durch die Kittung ziemliche mechanische Zugkräfte entstehen, welche in dem Glase innere Spannungen und damit Doppelbrechung hervorrufen. Frei von diesem Übelstande soll das von R. G. Parker und A. J. Dalladay (*Phil. Mag.* [6] 33, S. 276, 1917) angegebene Verfahren sein, wobei die Gefäßwände durch eine geeignete Wärmebehandlung verbunden werden. Hierzu werden die zu vereinigenden Teile genau eben bzw. auf genau denselben Krümmungsradius geschliffen, poliert und in optischen Kontakt gebracht, so daß sie also keine Interferenzfarben zeigen. Sie haften dann zwar schon ziemlich fest aneinander, lassen sich aber durch verhältnismäßig kleine mechanische Kräfte sowie durch Temperaturänderungen oder Flüssigkeiten, die sich kapillar dazwischen saugen, wieder trennen. Die so vorbereiteten Gefäße werden nun zwischen Metallplatten mit einem gewissen Druck zusammengepreßt und dann in einem elektrischen Ofen langsam (1 bis 2° Temperaturanstieg/Minute) bis auf etwa 60 bis 70° unterhalb der Erweichungstemperatur erhitzt, das ist derjenigen Temperatur, bei welcher das Glas so weich ist, daß die inneren Spannungen in sehr kurzer Zeit verschwinden. Bei einem bestimmten benutzten Spiegelglas lag dieser Punkt bei etwa 600°. Auf der Temperatur von 530° wurde das Glas dann eine Stunde lang gehalten, wobei sich die verschiedenen Platten zu einem nicht mehr zu trennenden Stücke vereinigten. Dabei ist das Glas aber noch so hart, daß während dieser Zeit keine merklichen Deformationen auftreten, so daß ursprünglich parallele Flächen auch nach der Wärmebehandlung einander parallel bleiben, und daß auch im allgemeinen keine Nachbearbeitung notwendig ist. Der so hergestellte Trog wird dann im Ofen langsam gekühlt. Durch die Geschwindigkeit der Abkühlung hat man es in der Hand, etwaige innere Spannungen auf ein für den praktischen Gebrauch unschädliches Maß herabzusetzen. Auch die Herstellung von Polarisationsröhren mit fest damit verbundenen Verschlussplatten ist auf diese Weise gelungen. Ebenso soll sich geschmolzener Quarz bei einer Temperatur von 1100° vereinigen lassen. Die Methode läßt sich auch auf die Vereinigung von Gläsern von verschiedenem Typus verwenden, wenn die Erweichungstemperaturen nicht zu weit auseinander liegen. Die

Verschiedenheit ihrer Ausdehnungskoeffizienten ist nicht störend, wenn man die Gläser unter genügendem Druck bei der Erwärmung zusammenhält, doch werden in diesem Falle bei der Abkühlung immer Spannungen auftreten. Für die Herstellung von Objektiven dürfte demnach dieses Verfahren nicht geeignet sein.

Thermische Diffusion. In gleichförmigen Gasgemischen kann auch bei Abwesenheit aller eine Diffusion bewirkenden Mittel eine solche auftreten, wenn ein Temperaturgefälle vorhanden ist (S. Chapman und F. W. Dootson, *Phil. Mag.* [6] 33, S. 248, 1917), und zwar wandern die schwereren Moleküle in der Richtung abnehmender Temperatur. Dies ließ sich auch an Mischungen aus Wasserstoff und Kohlendioxyd bzw. schwefliger Säure experimentell bestätigen. Die stärkste Diffusion muß nach der Theorie eintreten, wenn die Gase zu etwa gleichen Volumenteilen gemischt sind. Sie wächst mit der Größe der Moleküle und hängt von der Natur der Moleküle ab.

Gasspektren im hohen Vakuum. Da im sehr hohen Vakuum die Ionen nur selten Gelegenheit haben, mit den Gasmolekülen zusammenzustoßen und sie zu ionisieren, so müssen hier einfachere Verhältnisse für die Emission der Spektrallinien vorliegen. In der Tat erleidet auch das Spektrum der Luft bei einem Druck von $\frac{1}{100}$ mm eine plötzliche Änderung und reduziert sich bei etwa $\frac{1}{1000}$ mm auf vier der ursprünglichen Linien. Im Magnetfeld scheint auch eine kleine Linienverschiebung aufzutreten, wie sie durch die Vorstellung über das elektromagnetische Feld des Atoms gefordert wird. (D. N. Mallik und A. B. Das, *Phil. Mag.* [6] 33, S. 253, 1917). B.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Der Goetheschen Farbenlehre hat sich in den letzten Jahrzehnten das Interesse der Naturforscher in viel höherem Maße und mit einem ganz anderen Grad der Bewertung zugewandt als früher. Es ist bekannt, wie schmerzlich Goethe die schroffe Ablehnung empfand, die seine Farbenlehre bei den zünftigen Gelehrten seiner Zeit erfuhr. Es ist bei den reinen Physikern freilich auch heute noch nicht anders und es wird wohl auch so bleiben; denn die Auffassung Goethes von der physikalischen Natur der Farben ist mit dem Standpunkte der Physiker schlechterdings unvereinbar. Um so bereitwilliger kommen heute die Physiologen der Farbenlehre Goethes entgegen. Seit Hering seine physiologische Farbenlehre auf einer Grundlage errichtet hat, die ganz an Goethesche Ideen anknüpft, hat sich mehr und mehr der Gedanke Bahn gebrochen, daß der Schwerpunkt der Farbenlehre Goethes durchaus auf physiologischem Gebiete liegt, und daß sie nur von diesem Gesichtspunkte aus gelesen und bewertet werden darf. Stilling hat das zuerst in seinem Goethe-Vortrag vom Jahre 1898 ausgesprochen. Kalischer und W. König haben die gleiche Anschauung vertreten. Im neuesten Jahrbuch der Goethe-Gesellschaft hat E. Raehlmann diesen Gedanken von neuem und in besonders scharfer Zuspitzung ausgeführt. Er sagt geradezu: Die Farbe Goethes ist die Kontrastfarbe, und er vermittelt diese Auffassung dem Verständnis, auch der Laien, sehr geschickt und in eigenartiger Weise, indem er seinem Aufsätze zwei Farbentafeln anfügt, mit denen der Leser unmittelbar die Versuche über den nachfolgenden und den gleichzeitigen Kontrast selber anstellen kann. Wie weit das Interesse an Goethe und seinen Schöpfungen geht, zeigt der Um-

stand, daß selbst im Schützengraben nicht bloß der Faust, sondern auch Goethes naturwissenschaftliche Arbeiten, darunter auch seine Farbenlehre, gelesen werden. Im Hinblick darauf hat der Verlag von Fr. Vieweg & Sohn in Braunschweig die beiden schönen Goethe-Vorträge von Helmholtz: „Goethes naturwissenschaftliche Arbeiten“ und „Goethes Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen“ in einem billigen Sonderheft, gewissermaßen als Feldausgabe erscheinen lassen. Es wäre nicht übel, wenn der Verlag des Goethe-Jahrbuches sich entschlösse, auch den Raehlmannschen Aufsatz in gleicher Weise als Sonderdruck herauszugeben.

W. K.

Eine kleine Schrift von R. Ranninger über Die Kultur des Mohns (*Mitteilungen des Deutschen L. G. f. Österr.*) stellt eine Pflanzenbaulehre über Mohn dar und bringt eine Reihe wertvoller Forschungsergebnisse für die Praxis. Nach der üblichen Behandlung von Boden, Düngung, Vorfrucht und Bodenbearbeitung wird der Mohnkapsel ein größeres Kapitel gewidmet. Ranninger hat auf Grund seiner Studien beim Waldviertler Mohn vier Haupttypen gefunden, von denen der Typus D mittlerer Größe den meisten Sameninhalt aufweist, und zwar 7—9 g. Durch Züchtung ist es bereits gelungen, den Ertrag pro Kapsel auf etwa 7 g zu bringen, obwohl der Sameninhalt einer Kapsel in den gewöhnlichen Mohnfeldern zwischen 0—2—5—7 g schwankt. Wichtig ist ferner die durch Versuche festgestellte Tatsache, daß in violetten Kapseln infolge größerer Wasseraufnahme und langsamerer Wasserabgabe die Samen bedeutend leichter auswachsen als in gelblich bis braunen Kapseln. Im Teil „Saat“ wird der Reihensaat das Wort gesprochen, und auf Grund von Reihenweitenversuchen kommt der Verfasser zur Meinung, daß der Verband 30 : 20 am besten sein wird. Ausführlich wird dann noch das Kapitel „Kulturarbeiten und Pflege“ sowie die Ernte und Aufbewahrung behandelt.

Autoreferat.

Zur Frage der extraintestinalen Verdauung bei einigen Raubinsekten. Die Verdauung der Raubinsekten hatte man den Untersuchungen H. Jordans zufolge („Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere 1913 I., S. 542“) zusammenfassend als extraintestinal bezeichnet. Jordan hatte seinerzeit an *Carabus auratus* L. seine Untersuchungen angestellt und im Kropf von Tieren, die eben reichlich gefressen hatten, keinerlei Fleischteile entdecken können. Anton Krausse (Eberswalde) hat eine Nachprüfung dieser Befunde Jordans durch Kropfuntersuchungen einiger *Carabiden* vorgenommen und berichtet darüber in der „Zeitschr. für allgemeine Physiologie“ (Bd. 17, 1916, Heft 2): Krausse hat einem Weibchen von *Brosicus cephalotes* L., einem kleinen *Carabiden*, eine lebende Larve einer Blattwespe (*Lyda stellata* Chr.) angeboten, die sofort von der Pinzette weg angenommen wurde. Der Käfer biß ein Stück aus der Ventralseite der Larve heraus, zerkleinerte dieses und wälzte ein solches Teilstück minutenlang zwischen Mandibeln und Maxillen herum, um es dann zu verschlucken. Der Käfer wurde daraufhin sofort getötet, die Kropfuntersuchung ergab große Stücke von Chitin und Muskelfasern. Ähnliche Befunde zeitigten Fütterungsversuche und darauf sofort vorgenommene Kropfuntersuchungen an einem Männchen von *Pterostichus niger* Schall. und an einem Weibchen von *Calathus fuscipes* Goeze. Allerdings schien bei den beiden letzteren *Carabiden*

die Verdauung der Muskelzellen sehr viel schneller vor sich gegangen zu sein, da sich im Kropf nur mehr wenige Überreste von Muskelfasern nachweisen ließen. Es dürfte demnach hier auch extraintestinale Verdauung in Betracht kommen, wenn auch in verschiedenen hohem Grade. Jedenfalls ist bei derlei Untersuchungen, abgesehen davon, daß man den Versuchstieren tunlichst natürliches Futter anzubieten bestrebt sein muß, auch noch darauf streng zu achten, daß die Tiere, welche zu den Experimenten herangezogen werden sollen, vorher genau bestimmt werden; denn Verallgemeinerungen sind hier sicher unstatthaft.

H. W. Fr.

Die Ostgrenze der Gartenamsel. Die Grenzen der Tierversbreitung haben in geschichtlicher Zeit unter dem Einflusse der menschlichen Kultur wesentliche Verschiebungen erfahren. Auch in der Lebensweise mancher Tiere haben sich in des letzten Jahrhunderts Spanne sehr bemerkenswerte Veränderungen vollzogen. So war die Amsel oder Schwarzdrossel (*Turdus merula*), deren „melodienreiches Flöten die Poesie des Vogelgesanges bis mitten in die Großstadt hineinträgt“, in Deutschland ursprünglich ein im dichten Gebüsch nistender Waldvogel von großer Scheuheit. Erst allmählich hat sie die günstigen Existenzbedingungen in der Nähe der menschlichen Siedlungen ausgenützt und ist so zu einem Bewohner der Gärten und Parkanlagen geworden. Die Einwanderung in die Städte war für die Schwarzdrossel mit einer vollständigen Änderung ihrer Lebensgewohnheiten verbunden; vor allem hat sie sich aus einem Zugvogel zu einem typischen Standvogel entwickelt. Aber auch durch andere biologische Merkmale lassen sich Waldamsel und Gartenamsel unterscheiden. Im Weichselgebiet hat die Schwarzdrossel ihre ursprüngliche Lebensweise beibehalten. Während meines vorjährigen Aufenthalts in Polen habe ich dem Verhalten der Amsel besondere Aufmerksamkeit geschenkt, aber nirgends in einem Garten ein brütendes Pärchen gefunden. Selbst in den ausgedehnten Parkanlagen von Warschau und Lodz suchte ich sie vergebens. Nur äußerst selten wird in Polen ein Exemplar auch im Winter angetroffen. Diese Beobachtungen stimmen mit den Berichten überein, die aus den östlichen Provinzen Preußens vorliegen. In Ostpreußen ist nach Tischler nur die Waldamsel vertreten, während in Speisers „Tierwelt Westpreußens“ *Turdus merula* zu den Bewohnern des Gartens gerechnet wird. Voigt hat Gartenamseln im Park von Oliva und in Zoppot beobachtet. In der Umgebung von Posen kennt Schulz die Amsel nur als Waldvogel, in Lissa i. P. hat sie sich nach Kayser dagegen bereits dem Stadtleben angepaßt. Wie ich an anderer Stelle ausführlich nachgewiesen habe, ist in Schlesien die Haupteinwanderung der Amsel in die Gärten und Parkanlagen um das Jahr 1890 erfolgt. Abgesehen von den Sudeten wird sie nur noch in der Umgebung von Ratibor und auf der rechten Oderseite Oberschlesiens als Waldvogel angetroffen. Die Ostgrenze der Gartenamsel wird also gegenwärtig etwa durch eine Linie bezeichnet, die von Zoppot über Lissa i. P. nach Ratibor läuft. Meine Beobachtungen in Schlesien deuten darauf hin, daß diese Grenze ständig nach Osten verschoben wird. Man darf daher vermuten, daß im westlichen Teile der mittelpolnischen Ebene, besonders in den Städten des Weichseltales, vielleicht schon in naher Zukunft Gartenamseln auftreten werden.

F. Pax, Breslau.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

U. S. Department of Agriculture

RECEIVED

JUN 1917

Heft 22.

1. Juni 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft.
Von Prof. Dr. Eugen Brodhun, Berlin-Charlottenburg. S. 357.

Die Fiktion in der Mathematik und der Physik.
Von Dr. Aloys Müller, Röttgen bei Bonn.
(Schluß). S. 362.

Besprechungen:

Ostwald, Wilhelm, Die Farbenfibel. Von R. Pohl, Berlin. S. 366.

Rein, Hans, Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie.
Von A. Meissner, Berlin. S. 367.

Krauss, Joseph, Grundzüge der maritimen Meteorologie und Ozeanographie. Von Bruno Schulz, Hamburg. S. 368.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Ersatzmittel für Nahrungsmittel, Surrogate und ähnliche Erzeugnisse. Die Weinbergsschädlinge mit Hilfe biologischer Faktoren zu bekämpfen. S. 369–371.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg, Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. S. 371.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie

Von

Dr.-Ing. Hans Rein

Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von

Dr. K. Wirtz

o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule zu Darmstadt

Mit einem Bildnis des Verfassers, 355 Textfiguren und 4 lithographierten Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 20.—

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Grundzüge der maritimen Meteorologie und Ozeanographie

Mit besonderer Berücksichtigung der Praxis und
der Anforderungen in Navigationsschulen

Von

Joseph Krauss

Lehrer an der Seefahrtsschule in Lübeck

Mit 60 Textfiguren

In Leinwand gebunden Preis M. 5.—

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

Hilfsbuch für Schiffsoffiziere und Navigationsschüler

Von

Johannes Müller

Offizier des Norddeutschen Lloyd

Mit zahlreichen Figuren und einer farbigen Tafel

In Leinwand gebunden Preis M. 8.—

Johows Hilfsbuch für den Schiffsbau

Dritte, neu bearbeitete und ergänzte Auflage,
herausgegeben von

Eduard Krieger

Geheimer Marine-Baurat

Mit 450 Textfiguren, 13 Tafeln und einer Schiffsliste

In Leinwand gebunden Preis M. 24.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

1. Juni 1917.

Heft 22.

Die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft.

Von Prof. Dr. Eugen Brodhun, Berlin-Charlottenburg.

Wenn man zurückblickt auf den Zustand der Beleuchtung von Haus und Straße vor etwa 100 Jahren, als Kerze und Öllampe herrschten, und ihn vergleicht mit dem jetzigen Zustand, wo uns — wenn man von der Kriegsbeschränkung absieht — verschiedene Beleuchtungsmöglichkeiten Licht in verschwenderischer Fülle bei bequemster Handhabung zur Verfügung stellen, so erhält man einen Eindruck von der gewaltigen Arbeit, die inzwischen auf diesem Gebiete geleistet ist. Die fortschreitende Kultur hat der künstlichen Beleuchtung eine hervorragende Rolle in unserem täglichen Leben zugewiesen und zu ihrer Förderung eine eigene Wissenschaft, die Beleuchtungstechnik, entstehen lassen, deren Arbeitsfeld alles umfaßt, was mit der Erzeugung und Anwendung der Beleuchtung zusammenhängt, und mit der sich demgemäß verschiedene Kreise der Industrie, der Technik und der Wissenschaft zu beschäftigen haben.

Es ist bei dem ausgebildeten Vereinswesen in Deutschland nur natürlich, daß sich eine Vereinigung zur Pflege der Beleuchtungstechnik gebildet hat, und man mag vielleicht erstaunt sein, daß es nicht früher geschah, wenn man weiß, daß sowohl in Amerika wie in England bereits vorher eine Illuminating Engineering Society¹⁾ bestanden hat, die beide erfolgreich arbeiteten. Bei der großen Bedeutung des Beleuchtungswesens für jeden von uns darf die Tätigkeit der deutschen Vereinigung wohl allgemeineres Interesse beanspruchen, und dies um so mehr, als sie, wie wir sehen werden, der Mitarbeit mancher Kreise, die sich nicht berufsmäßig mit Beleuchtungstechnik beschäftigen, nicht entraten kann.

Daß Deutschland bei der Gründung einer besonderen Gesellschaft zur Förderung des Beleuchtungswesens anderen Ländern den Vortritt gelassen hat, obwohl es, wie bekannt, auf dem Gebiete der Beleuchtung keineswegs zurückstand, in manchen Fragen sogar zweifellos eine führende Stellung einnahm, liegt daran, daß die Pflege dieses Gebietes bei uns früher von den großen Fachvereinigungen betrieben wurde, zu deren Arbeitsfeld das Beleuchtungswesen gehört, namentlich von dem Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern und von dem Verband Deutscher Elektrotechniker, und daß sie hier in guter

Hand war. Diese Vereinigungen fanden sich auch in einzelnen Fällen, wie in der Frage der Lichteinheit und der photometrischen Größen und Bezeichnungen, erfolgreich zu gemeinsamer Arbeit zusammen.

Den Anstoß zu der Gründung der deutschen Gesellschaft gab das offenbare Bedürfnis, in Fragen, die international zu regeln waren, eine einheitliche Vertretung von Deutschland zu ermöglichen. Auch durfte man sich eine wesentliche Förderung der Beleuchtungstechnik dadurch versprechen, daß alle an ihr beteiligten Kreise, deren Hauptinteressen, wie bei den Gasfachmännern und den Elektrotechnikern, zum Teil in scharfem Gegensatz zu einander stehen, in den beleuchtungstechnischen Fragen zusammengefaßt wurden.

Auf eine Anregung von seiten des Verbandes Deutscher Elektrotechniker übernahm der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, nachdem er sich der Mitarbeit des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern versichert hatte, mit Hilfe eines dazu gebildeten kleinen Komitees die Vorarbeiten für die Begründung der Vereinigung, und am 2. November 1912 wurde in einer von ihm einberufenen Versammlung von führenden Männern auf dem Gebiete des Beleuchtungswesens die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft begründet. Die erste Jahresversammlung fand in Berlin im Februar 1913 statt, und auf ihr wurde zum ersten Vorsitzenden der Begründer der Gesellschaft, Herr Präsident Warburg, gewählt, der dieses Amt noch jetzt innehat. Im ganzen hat die Gesellschaft bisher 11 Mitgliederversammlungen abgehalten, darunter zwei weitere Jahresversammlungen (im Herbst 1915 in Berlin und im Herbst 1916 in Nürnberg). Sie zählt zurzeit etwa 250 Mitglieder.

Nach den auf der ersten Jahresversammlung angenommenen Satzungen ist der Zweck der Gesellschaft die Förderung der Beleuchtungstechnik in Theorie und Praxis, insbesondere:

1. Zusammenfassung der Bestrebungen der verschiedenen an der Beleuchtungstechnik interessierten Kreise Deutschlands und der Nachbarländer;
2. Vertretung der deutschen beleuchtungstechnischen Interessen im internationalen Verkehr.

Man erkennt, daß die Gesellschaft auch für ihre nicht eigentlich internationale Tätigkeit Mitarbeiter aus den Nachbarländern heranziehen will. So befinden sich denn unter den Mitgliedern einige Österreicher, Schweizer, Holländer und Schweden. Im übrigen zeigen jene allgemeinen

¹⁾ Die amerikanische Gesellschaft wurde im Jahre 1906, die englische im Jahre 1909 begründet.

Sätze nur, daß es ein weites Arbeitsfeld mit einer Fülle von Aufgaben ist, in dem sich die Gesellschaft betätigen will. Es ist klar, daß sie in der kurzen Zeit ihres Bestehens, durch die Kriegszeit behindert, davon nur einen kleinen Teil in Angriff nehmen konnte. Wir werden aber doch ein leidliches Bild von ihren Zielen und Absichten erhalten, wenn wir die bisherige Tätigkeit der Gesellschaft betrachten und die Probleme kennen lernen, mit denen sie sich bis jetzt befaßt hat. Wir beginnen mit der internationalen Betätigung, die, wie gesagt, den Hauptanstoß zur Begründung gegeben hat.

Internationale Vereinbarungen auf beleuchtungstechnischem Gebiet sind schon recht alten Datums und gingen von den Elektrikern aus. Im Jahre 1881 beschäftigte sich der Elektrikerkongreß in Paris mit den Lichteinheiten, und im Jahre 1884 nahm die ebenfalls in Paris tagende Internationale Konferenz zur Bestimmung der elektrischen Einheiten als internationales Lichtmaß die Viollesche Lichteinheit an, die auf der Lichtausstrahlung des erstarrenden Platins beruht. Praktische Folgen hat dieser Beschluß freilich nicht gehabt, da die Herstellung der Violleschen Einheit mit zu großen experimentellen Schwierigkeiten verbunden ist. So kam es, daß auf dem internationalen Elektrikerkongreß, der in Genf im Jahre 1896 tagte, als praktisches Lichtmaß die Lichtstärke der durch *v. Hefner-Alteneck* angegebenen und nach ihm benannten Hefnerlampe angenommen wurde. Nach den vorliegenden Messungen sollte diese Lichtstärke ein Zwanzigstel der Violleschen Einheit betragen. Bekanntlich ist seit dem Jahre 1897 die Lichtstärke der Hefnerlampe in horizontaler Richtung unter dem Namen Hefnerkerze oder kurz Kerze in Deutschland die anerkannte Lichteinheit. Auf demselben Genfer Kongreß wurde außerdem ein wohldefiniertes System der photometrischen Größen und Einheiten im wesentlichen nach den Vorschlägen von *Blondel* aufgestellt, das im ganzen noch jetzt gilt. Die deutschen beleuchtungstechnischen Kreise schlossen sich den Genfer Beschlüssen unter geringfügigen Abänderungen im Jahre 1897 an.

Eine andere Reihe von internationalen Kongressen, die sich mit beleuchtungstechnischen Fragen beschäftigten, ging von dem Gasfach aus. Bei Gelegenheit der Pariser Weltausstellung von 1900 wurde von Gasfachleuten eine Internationale Lichtmeßkommission begründet, die besonders die Gasbeleuchtung berührende Fragen bearbeiten sollte und die mehrfach in Zürich, zuletzt im Jahre 1911, zusammengetreten ist. Auf diesen Versammlungen wurde hauptsächlich über die Bewertung des Leuchtgases und der Gaslichtquellen beraten. Dazu mußte natürlich wieder die Frage der Lichteinheiten gründlich behandelt werden. Ein besonderes Verdienst erwarb sich die Internationale Lichtmeßkommission dadurch, daß sie eingehende Untersuchungen über die Wertverhältnisse der gebräuchlichsten Lichteinheiten durch

die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, das National Physical Laboratory in England und das Laboratoire Central d'Electricité in Frankreich anregte und zuverlässige Umrechnungsfaktoren feststellte. Diese Untersuchungen und Beratungen hatten dann eine wichtige Vereinfachung auf dem Gebiete der Lichteinheiten zur Folge, indem Amerika, England und Frankreich sich auf die Annahme einer Lichteinheit (Standard-Kerze, Anfangs Internationale Kerze genannt) einigten, die $\frac{10}{9}$ der Hefnerkerze beträgt, so daß es jetzt statt vier (Hefnerkerze, Pentankerze, Carcel, Bougie Décimale) nur zwei gebräuchliche Lichteinheiten gibt, die zu einander in einem einfachen Wertverhältnis stehen. Freilich wurde diese Vereinfachung ohne Hinzuziehung Deutschlands vorgenommen, was wahrscheinlich nicht geschehen wäre, wenn damals schon die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft bestanden hätte. Man kann sogar der Ansicht sein, daß bei einer Mitwirkung Deutschlands schon damals eine noch größere Vereinfachung, auf eine einzige Lichteinheit, erzielt worden wäre.

Wir sehen, daß es zwei Reihen von internationalen Kongressen gab, die sich mit beleuchtungstechnischen Fragen beschäftigten. In der einen berieten in der Hauptsache nur Elektriker, in der anderen nur Gasfachleute. Physiker bildeten ein freilich unzureichendes Bindeglied, und die anderen beleuchtungstechnischen Kreise, z. B. die Vertreter der Petroleum- und Acetylenbeleuchtung, fehlten ganz. Dieser Mangel machte sich mehr und mehr bemerkbar und führte zunächst innerhalb der Internationalen Lichtmeßkommission im Jahre 1911 zu dem Beschluß, Elektriker zu den Beratungen über allgemeine beleuchtungstechnische Fragen hinzuzuziehen. Zur Anwendung dieser ganz ungenügenden Aushilfe kam es indessen nicht, denn es setzten nun, angeregt von der amerikanischen Illuminating Engineering Society Bestrebungen zur Begründung einer internationalen Kommission für Beleuchtungstechnik ein. Die Verhandlungen hierüber führten zu dem Beschluß, eine Versammlung der Internationalen Lichtmeßkommission nach Berlin im Jahre 1913 einzuberufen, zu der Delegierte aller beleuchtungstechnischen Kreise hinzugezogen werden sollten. Von dieser Versammlung sollte dann unter Auflösung der alten Internationalen Lichtmeßkommission für das Gasfach eine neue allgemeine internationale Kommission für Beleuchtungstechnik begründet werden.

Hier fiel nun der jungen Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft eine umfangreiche Tätigkeit zu, indem sie sich an der Ausarbeitung der Satzungen für die neue Kommission beteiligte, die deutschen Delegierten für die Zusammenkunft auswählte und diese selbst vorbereitete. Der Kongreß tagte Ende August 1913 in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt unter Beteiligung von neun Staaten (Belgien, Deutschland, England, Frankreich, Holland, Italien, Österreich-Ungarn,

Schweiz, Vereinigte Staaten von Nordamerika) und hatte vollen Erfolg. Man beschloß die Gründung einer Internationalen Beleuchtungskommission und stellte ihre Satzungen und einen vorläufigen Arbeitsplan fest. Nach den Satzungen hatte jeder Staat, der in der internationalen Kommission vertreten sein wollte, ein nationales beleuchtungstechnisches Komitee zu bilden, welches seine nationalen Interessen bei den Arbeiten der Kommission zur Geltung bringen sollte. Für die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft eröffnete sich hier die Aussicht auf erfolgreiche Arbeit, indem ihr naturgemäß die Aufgabe des nationalen Komitees für Deutschland zufiel. Im Jahre 1914 wurde offiziell der Anschluß Deutschlands erklärt und — leider — auch der erste nicht unerhebliche Jahresbeitrag nach London, dem Sitz des Geschäftsführers, entrichtet. Dann brach der Krieg aus und setzte allen internationalen Friedensarbeiten ein Ende. Nur ein drahtloser Gruß, den die amerikanische Illuminating Engineering Society aus Anlaß ihres 10-jährigen Stiftungsfestes im Jahre 1916 der deutschen Schwestergesellschaft sandte, und der von hier aus ebenso erwidert wurde, erinnerte an die einstigen Pläne und Hoffnungen.

Bei der geringen Aussicht, die zurzeit besteht, daß internationale Beziehungen in absehbarer Zeit wieder aufgenommen werden, erübrigt es sich, auf den Arbeitsplan der internationalen Kommission näher einzugehen. Einige der Fragen, die für internationale Vereinbarungen in Betracht kommen, haben wir schon kennen gelernt, andere werden noch Erwähnung finden. Im Allgemeinen kann man sagen, daß alle Fragen, für die feste Abmachungen innerhalb eines Landes für notwendig erachtet werden, sich auch für internationale Behandlung eignen. Übrigens beabsichtigte die Kommission auch, wissenschaftliche Arbeiten über von ihr behandelte Fragen selbst in Angriff zu nehmen oder durch ihre Mittel zu unterstützen.

Während so der internationalen Arbeit der Gesellschaft ein frühes Ende durch den Krieg bereitet wurde, hatte dieser auf die übrige Betätigung der Gesellschaft nicht so großen Einfluß. Freilich wurde sie dadurch, daß ein Teil der Mitglieder ins Feld zog, ein anderer durch Kriegsarbeit vollständig in Anspruch genommen wurde, ebenfalls stark beeinträchtigt; aber im ganzen ist es dem Vorstand bisher doch gelungen, eine rege Tätigkeit der Gesellschaft aufrecht zu erhalten.

Ein großer Teil der Aufgaben, mit denen sich die Gesellschaft in ihren Mitgliederversammlungen und in den von einem Arbeitsausschuß gewählten Kommissionen bisher beschäftigt hat, gehört der Meßkunde an. Das ist nicht verwunderlich bei ihrer großen Wichtigkeit, die darin liegt, daß nur mit ihrer Hilfe eine sichere Kontrolle des Erreichten und ein planmäßiges Vorwärtsschreiten möglich ist. So sind die drei Kommissionen, die bereits bei Beginn der Gesellschaft eingesetzt worden sind, sämtlich in der Meßkunde tätig. Die erste bearbeitet die Frage der Lichteinheiten, die

zweite die photometrischen Größen und Bezeichnungen, die dritte die Meßmethoden.

Von den Schwierigkeiten, die in der Frage der Lichteinheiten herrschen, haben wir schon einiges kennen gelernt. Unsere Hefnerlampe entspricht zwar hinreichend den Anforderungen der Praxis; aber sie hat doch erhebliche Mängel, so daß an eine Anerkennung als internationales Lichtmaß nicht zu denken ist. Die übrigen gebräuchlichen Lichtmaße sind sämtlich schlechter als die Hefnerlampe, und die zahlreichen älteren Vorschläge für eine Lichteinheit haben nicht zum Ziele geführt. In neuerer Zeit sucht man mit Aussicht auf Erfolg den schwarzen Körper oder schwarzen Strahler zur Lichteinheit auszubilden. Wenn es gelingt, ihn bei einer geeigneten hohen, genau definierten Temperatur hinreichend konstant zu erhalten, so ist damit eine ausgezeichnete, allen Bedingungen genügende Einheitslichtquelle gewonnen, die sich auch für Normalbestimmungen in zerlegtem Licht und den nicht sichtbaren Teilen des Spektrums eignet. Neueste Versuche in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt berechtigen zu der Hoffnung, daß man dem Ziele nahe ist.

Auch von den photometrischen Größen und Bezeichnungen war schon die Rede. Die weiteren Arbeiten hierüber erstrecken sich darauf, das in Genf angenommene System auszubauen und zu vervollkommen.

Eine sehr umfangreiche Aufgabe ist der dritten Kommission übertragen, die die Meßmethoden zu bearbeiten hat. Zwar ist auf dem Gebiete der Licht- und Beleuchtungsmessungen, namentlich seit etwa 30 Jahren, außerordentlich viel geleistet worden; aber es ist doch hier noch viel zu tun, so daß die Kommission aus der Fülle der sich bietenden Aufgaben nur einen sehr kleinen Teil, wie die Bewertung der Lichtquellen und der Beleuchtung, sowie die Methoden der Beleuchtungsmessung, in Angriff nehmen konnte. Andere hierher gehörige Aufgaben sind aber in den Mitgliederversammlungen durch Vorträge und Diskussionen gefördert worden.

Was die Lichtmessungen anbetrifft, so ist die Frage der messenden Vergleichung gleichfarbiger oder nahezu gleichfarbiger Lichtquellen ziemlich vollkommen gelöst, die der Messung stark verschiedenfarbiger Lichtquellen jedoch trotz lebhafter Bemühungen noch nicht, und zwar infolge einer Reihe von Schwierigkeiten, von denen zwei erwähnt seien. Die eine besteht darin, daß das menschliche Auge nicht oder nur mangelhaft imstande ist, die Helligkeitsgleichheit einander benachbarter beleuchteter Felder zu beurteilen, wenn diese verschieden gefärbt sind. Die Methoden und Apparate, die man ersonnen hat, um diese Schwierigkeiten zu umgehen, wie das Flimmerphotometer, erfordern große Übung und geben eine geringe Genauigkeit. Die zweite Schwierigkeit beruht auf der Ungleichheit der Farbenempfindung bei verschiedenen Menschen. Es ist selbstverständlich, daß man die ganz abnorm Empfindenden, wie die

ganz oder teilweise Farbenblinden, von solchen Messungen ausschließt; aber es bleiben unter den sogenannten Normalen noch so große Unterschiede übrig, daß die Messung verschiedenfarbiger Lichtquellen eine Art Majoritätsbeschluß ist. Man nimmt an, daß die Auffassung der Mehrzahl die richtige ist, und nur der sollte verschiedenfarbige Lichtquellen photometrieren, der dieser Mehrzahl angehört.

Daher gewinnt die sogen. objektive Photometrie mehr und mehr Anhänger, bei der man Einstellungen mit dem Auge vermeidet und objektive Strahlungsmeßapparate, wie Bolometer und Thermosäule, ferner die lichtelektrische Zelle oder die Selenzelle verwendet. Man kann das, obwohl das Auge bei Lichtmessungen natürlich die maßgebende Instanz ist, mit Hilfe der sog. Empfindlichkeitskurve des normalen Auges, die für die sichtbaren Strahlengattungen das Verhältnis der subjektiven Wirkung auf das Auge zu dem Energiewert der Strahlen oder, anders ausgedrückt, die Helligkeitsverteilung in einem Beugungsspektrum von einer für alle Wellenlängen konstanten Energie angibt. Diese Empfindlichkeitskurve, die in der Beleuchtungstechnik eine immer wachsende Wichtigkeit gewinnt, ist von verschiedenen Seiten aufgestellt. Leider stimmen die Ergebnisse nicht sehr gut überein, und es wäre eine wichtige Aufgabe internationaler Vereinbarung, den Verlauf der Kurve, etwa auf Grund neuer Beobachtungen an zahlreichen normalen Augen, genau festzulegen.

Das Problem der Farbenphotometrie hat die Gesellschaft mehrfach in Mitgliederversammlungen beschäftigt und zwar die objektive Photometrie mit Hilfe lichtelektrischer Zellen durch zwei Vorträge von Herrn *Voege*, die subjektive durch eine interessante, von Herrn *Pirani* ausgearbeitete Methode. Nach dieser wird der Absorptionswert von Farbfiltern, wie man sie benutzt, um die Farbe einer Normallichtquelle derjenigen der zu messenden Lampe gleich zu machen, mit Hilfe spektrophotometrischer Messungen, der Strahlungsgesetze und der Empfindlichkeitskurve des Auges, also ohne heterochrome Photometrie, bestimmt.

Um durch Messungen eine Lichtquelle vollständig zu charakterisieren, braucht man bekanntlich eine große Menge Zahlen gemäß der Verschiedenartigkeit der Lichtstärkenwerte für die verschiedenen Ausstrahlungsrichtungen. Für den Beleuchtungstechniker ist diese gewöhnlich in Kurvenform dargestellte Zahlenfülle unentbehrlich. Daneben ist es, namentlich für weitere Kreise, wichtig, eine Lichtquelle in einfacher Weise, möglichst durch eine einzige Zahl, zu bewerten. Wir sind ja gewohnt, die Lichtwirkung einer Lampe kurz durch eine Zahl in Kerzen anzugeben, meist ohne zu wissen, daß diese Zahlen, wenn es sich um verschiedene Arten von Lichtquellen handelt, häufig nicht vergleichbar sind. Man versteht unter der Kerzenstärke einer Lichtquelle heute noch je nach der Art bald die Lichtstärke in einer bestimmten

Richtung, bald die mittlere horizontale, bald die mittlere räumliche Lichtstärke, bald wieder die mittlere Lichtstärke in der unteren Hemisphäre. Die Gesellschaft hat sich viel, aber bisher ohne vollen Erfolg, bemüht, hier Einheitlichkeit zu erzielen. Mehr und mehr setzt sich aber die Überzeugung durch, daß es im allgemeinen für Lampen ohne Schirm und lichtzerstreuende Glocke das richtigste ist, die Lichtwirkung durch die mittlere räumliche Lichtstärke oder den gesamten Lichtstrom zu bewerten.

Nicht weniger wichtig als die Lichtstärkenmessung ist für den Beleuchtungstechniker die Messung der Beleuchtungsstärke. Es ist eine bereits in Angriff genommene Aufgabe der Gesellschaft, die hierfür vorhandenen Apparate und Methoden zu vervollkommen und, soweit die Vervollkommenung nicht in genügendem Maße erreichbar ist, Einheitlichkeit zu erzielen, damit die von verschiedenen Beobachtern gewonnenen Ergebnisse vergleichbar sind. Derartige Vereinbarungen sind z. B. erforderlich in bezug auf die Art und Lage des photometrischen Auffangschirms. Es gibt keinen Schirm, für den, wie es sein sollte, das Lambertsche Kosinusetz streng gilt, und man kann den Schirm nicht so anbringen, daß er allgemein weder durch den Apparat noch durch den Beobachter beschattet wird, also die ganze Beleuchtung aufnimmt. Vereinbarungen sind auch über die Bewertung der Beleuchtung zu treffen. Diese Frage ist verhältnismäßig einfach für geschlossene Räume, namentlich für solche, die zum Schreiben und Zeichnen bestimmt sind. Hier wird die horizontale Beleuchtung an den zu benutzenden Plätzen die maßgebende Größe sein. Schwieriger ist es auf den Straßen, wo man zweifellos auch die vertikale Beleuchtung, z. B. zum Lesen der Schilder, braucht. Es ist nun die Frage, ob man trotzdem der Einfachheit wegen auch die Straßenbeleuchtung durch die horizontale Beleuchtungsstärke bewerten kann, etwa weil in den praktisch vorkommenden Fällen die horizontale Beleuchtung zu der vertikalen durchschnittlich in einem hinreichend konstanten Verhältnis steht. Hierüber gehen die Ansichten stark auseinander. Auch über die Höhe, in der die horizontale Beleuchtung gemessen werden soll (an der Erde, in 1 m oder in 1,5 m Höhe), herrschen Meinungsverschiedenheiten. Für die Beurteilung der Gesamtbeleuchtung wichtige Größen sind auch die maximale, die minimale, die mittlere Beleuchtung und die Ungleichmäßigkeit der Beleuchtung.

Ein für die Güte der Beleuchtung wichtiger Faktor ist ferner die Schattenbildung. Es ist im allgemeinen ebenso unbehaglich, wenn starke Schlagschatten vorhanden sind, wie wenn infolge einer vollkommen diffusen Beleuchtung Schattenlosigkeit herrscht, so daß den betrachteten Gegenständen jede Tiefe fehlt. In einer Arbeit, über die er in der Gesellschaft vortrug, hat Herr *Norden* versucht, diese Frage der rohen Schätzung zu

entziehen und der mathematischen und messenden Behandlung zugänglich zu machen.

Es ist nicht beabsichtigt, alle wichtigen Fragen der Meßkunde oder auch nur die, mit denen sich die Gesellschaft beschäftigt hat, zu besprechen. Nur eines Problems von besonderer Bedeutung sei noch gedacht, dem sich in neuerer Zeit mehrere Forscher zugewandt haben, der zahlenmäßigen Darstellung der Farben. Eine Methode, sowohl die Farben der Lichtquellen wie die Körperfarben zahlenmäßig und graphisch festzuhalten, führte Herr *Bloch* der Gesellschaft vor. Sie beruht auf der Photometrierung der zu untersuchenden Farben durch drei den Helmholtzschen Grundfarben entsprechende Filter: rot, grün und blau.

Als der theoretischen Beleuchtungstechnik angehörend sei schließlich noch eine Gruppe von Untersuchungen erwähnt, die dem Studium der bei unsern Lichtquellen zumeist angewendeten Temperaturstrahler unter Benutzung der Strahlungsgesetze sowie durch Kombination dieser mit der Empfindlichkeitskurve des Auges gelten. Von den Ergebnissen solcher Forschungen, die deshalb besonders wichtig sind, weil sie der Beleuchtungstechnik neue Ziele und die Grenzen des Erreichbaren zeigen, setzten die Gesellschaft nach eigenen Arbeiten auf den Jahresversammlungen die Herren *Lummer* und *A. Meyer* in Kenntnis.

Mit Fragen der rein praktischen Beleuchtungstechnik hat sich die Gesellschaft bisher wenig beschäftigt. Unter diesen scheidet für wirkliche Bearbeitung allerdings die große Menge derjenigen aus, die nur bestimmte Beleuchtungsarten angehen und daher den Fachvereinen vorbehalten bleiben. Hier bleibt der Gesellschaft nur übrig, durch referierende Vorträge die Mitglieder über die einzelnen Sondergebiete auf dem Laufenden zu erhalten, was auch in einzelnen Fällen geschehen ist. Dagegen bilden die Probleme der praktischen Beleuchtungstechnik, die von der Verwendung einer bestimmten Lichtart unabhängig sind, eins der wichtigsten Arbeitsgebiete der Gesellschaft. Man kann hierher z. B. die Aufgabe der Normalisierung der Beleuchtung an Automobilen rechnen, die die dritte Kommission in Angriff genommen hat. In der Hauptsache sind aber Probleme gemeint, wie sie neuerdings in zwei Vorträgen behandelt wurden. Der eine, von Herrn *Halbertsma*, handelte über Fabrikbeleuchtung. Der Vortragende wies auf die große Wichtigkeit einer guten Beleuchtung von Fabriken hin, durch die die Produktion erhöht, das Auge des Arbeiters vor Schädigung bewahrt und die Zahl der Unfälle vermindert wird. Er fordert eine hinreichende Erhellung der Fabrikanlagen und eine gute Beleuchtung des Arbeitsplatzes, bei der das Auge vor jeder Blendung durch die Lampe geschützt sein muß. An Beispielen wird gezeigt, wieviel namentlich in letzter Beziehung gesündigt wird, wie ungenügend die zurzeit vorhandenen behördlichen Vorschriften über die Beleuchtung der Arbeitsstätten sind und wie wenig zuverlässige Messungsergebnisse hier vorliegen. Der zweite

hierher gehörige Vortrag wurde von Herrn *Bertelsmann* über die künstliche Beleuchtung von Schul- und Arbeitsräumen gehalten. Ihm lagen Versuche zugrunde, die mit stehendem und hängendem Gasglühlicht angestellt waren. Die Lampen waren in verschiedener Weise in den Versuchsräumen verteilt und wurden sowohl ohne Schirm wie mit verschiedenartigen Schirmen benutzt. Gemessen wurde die horizontale Beleuchtung auf den Arbeitsplätzen. Die Arbeit lieferte interessante Ergebnisse über die Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit der direkten, ganz indirekten und halb indirekten Beleuchtung. Die besonders lebhaft diskutierte, die diesem Vortrag folgte, zeigte einerseits das große allgemeine Interesse, andererseits aber, wie wenig geklärt und weiterer Forschung bedürftig die hier behandelten Fragen sind.

Einen vielversprechenden Schritt zu einer kräftigeren Bearbeitung der praktischen Beleuchtungstechnik hat die Gesellschaft neuerdings unternommen, indem sie sich zu gemeinsamer Arbeit mit dem Berliner Architektenverein verbunden hat. Schon in der Gründungsversammlung wurde es als die Aufgabe der Gesellschaft bezeichnet, nicht nur alle einzelnen Zweige der Beleuchtungstechnik zu vereinigen, sondern auch andere Kreise, die an beleuchtungstechnischen Fragen mitzuwirken berufen sind, heranzuziehen. Als solche waren damals Physiker, Chemiker, Hygieniker, Physiologen, Schulmänner, Architekten und Gewerbeaufsichtsbeamte aufgeführt. Von diesen haben Physiker und Chemiker schon immer rege Fühlung mit der Beleuchtungstechnik gehabt. Eine Mitwirkung der übrigen, unter denen die Architekten wohl die wichtigsten sind, war aber nicht erreicht worden. Es ist besonders erneuten Anregungen auf der letzten Jahresversammlung in Nürnberg zu danken, daß der Vorstand bald darauf zunächst Architektenkreise für eine gemeinsame Arbeit interessiert hat. Auf seinen Vorschlag wurde im November vorigen Jahres eine gemeinsame Sitzung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft und des Berliner Architektenvereins abgehalten, auf der eine Reihe von Vorträgen über die wichtigen Beziehungen zwischen Architektur und Beleuchtungswesen gehalten und ein weiteres gemeinsames Vorgehen beschlossen wurde. Seitens der Beleuchtungstechnischen Gesellschaft wurde darauf eine neue Kommission (die vierte) für praktische Beleuchtungsfragen eingesetzt, die ihrerseits einen Unterausschuß für die zur Architektur in Beziehung stehenden Fragen bildete. Dieser Ausschuß ist kürzlich mit einer Anzahl aus dem Architektenverein ausgewählter Herren zu praktischer Arbeit zusammengetreten.

Mit den übrigen in Betracht kommenden Kreisen ist eine innigere Fühlung bisher nicht erzielt worden, und doch erkennt man leicht, wie wünschenswert z. B. die Mitarbeit der Physiologen, Augenärzte, Hygieniker ist, an der Zahl der noch

unerledigten Fragen, deren Beantwortung nur mit ihrer Hilfe möglich ist. Die Frage der Blendung des Auges ist noch ungeklärt, obwohl ihr bei der jetzigen Verwendung immer höherer Temperaturgrade der Lichtquellen und bei der damit verbundenen immer größeren Flächenhelle eine stets zunehmende Bedeutung zukommt. Auch über den Einfluß der nicht sichtbaren Strahlen ist unsere Kenntnis noch unvollständig. Das zeigte sich auch bei Gelegenheit der Ausführungen, die darüber in der Gesellschaft von den Herren *Schanz* und *Voege* gemacht worden sind. Während nach Ansicht des ersteren die meisten modernen Lichtquellen schädliche kurzwellige Strahlen aussenden, vor denen das Auge geschützt werden muß, zeigte der letztere, daß zahlreiche Forscher entgegengesetzter Ansicht sind und einen Schutz des Auges vor ultravioletter Strahlung bei den gewöhnlichen künstlichen Lichtquellen nicht für nötig halten. Dagegen ist nach Herrn *Voeges* Darlegungen häufig die ultrarote Strahlung der modernen Lichtquellen dem Auge schädlich. Die Notwendigkeit der Mitwirkung von Hygienikern in Fragen der Beleuchtung zeigte besonders der erwähnte Vortrag über Fabrikbeleuchtung.

Vielleicht werden mit Hilfe der „Naturwissenschaften“ die Wünsche der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft auf Mitarbeit weiteren dazu berufenen Kreisen bekannt und ihrer Erfüllung näher gebracht.

Die Fiktion in der Mathematik und der Physik.

Von Dr. Aloys Müller, Röttgen bei Bonn.

(Schluß.)

4. Ansatz zu einer Theorie der Fiktion.

Gibt es nun überhaupt keine Fiktion in der Mathematik?

Daß hier eine Fiktion im Vaihingerschen Sinne unmöglich ist, haben unsere bisherigen Darlegungen erwiesen. Um die Frage aber endgültig beantworten und um dieselbe Frage für die Physik stellen zu können, müssen wir versuchen, den unklaren Begriff *Vaihingers* durch einen klaren, metaphysikfreien Begriff zu ersetzen, der vor allem im Gebiete der Physik eindeutig ist, d. h. die scharfe Scheidung verwandter Begriffe ermöglicht.

Indem wir unter *Gegenständen* nicht nur die Objekte selbst, sondern auch ihre Eigenschaften und Beziehungen verstehen, zerlegen wir die Gegenstände, mit denen sich die Wissenschaften beschäftigen, in 4 Gruppen:

1. Die realen Gegenstände (z. B. der Physik). Ihre Wirklichkeitsform ist das zeitliche Sein.
2. Die bewußtseinswirklichen Gegenstände (der Psychologie). Ihre Wirklichkeitsform ist das Gegenwärtigsein.
3. Die idealen Gegenstände (z. B. der Mathematik). Ihre Wirklichkeitsform ist das zeit-

lose Sein, das wir das ideale Sein nennen wollen.

4. Die Wertgegenstände (z. B. der Logik). Ihre Wirklichkeitsform ist das zeitlose Gelten.

Der Unterschied zwischen der ersten und zweiten Gruppe und die Gegenstände dieser Gruppen selber sind nur als phänomenologische Gegebenheiten zu verstehen; von irgend einer Metaphysik steckt nichts darin.

Daß diese Gegenstände in ihrer vierfachen Mannigfaltigkeit existieren oder wirklich sind, läßt sich so wenig „beweisen“, wie sich die Existenz des Kölner Domes oder des Weltkrieges „beweisen“ läßt. Sie lassen sich nur aufzeigen, vorweisen, erschauen, nach den Grenzen ihrer Bereiche eindeutig bestimmen. Wirklichkeit besitzen sie alle, nur die Form dieser Wirklichkeit ist verschieden, und gerade in ihr liegt das sie charakterisierende und unterscheidende Merkmal. Dieselbe Wissenschaft greift übrigens oft auf verschiedene Gruppen über.

Wir stellen nun folgenden Begriff der Fiktion auf: *Fiktion ist jeder nichtwirkliche Gegenstand, der benutzt werden kann, um die Erkenntnis der Wirklichkeit zu erleichtern.* Dabei ist vor allem zu beachten, daß der Begriff der Wirklichkeit relativ im Sinne der obigen Gruppen gemeint ist, d. h. ein Merkmal der Fiktivität eines Gegenstandes ist die Nichtwirklichkeit innerhalb des Bereiches, zu dem er als Gegenstand gehört. Daß die Definition nicht willkürlich, sondern begründet ist, wird sich aus dem Folgenden ergeben.

Zunächst ist jetzt klar, daß es in der Mathematik keine Fiktionen geben kann. Denn alle Gegenstände ihres idealen Bereiches, die nicht in sich widersprechend sind, sind wirklich. In sich widersprechende Gegenstände duldet aber die Mathematik nicht und kann sie nicht dulden, weil die Widerspruchslosigkeit eines Gegenstandes für sie geradezu das Kriterium seiner Existenz ist. Ein Beispiel bietet die Geschichte der nichteuklidischen Geometrie. Die ersten Bahnbrecher in dem neuen Land — *Saccheri* und *Lambert* — wollten die Richtigkeit des fünften Euklidischen Postulates dadurch beweisen, daß sie es als falsch annahmen und dann unter den Folgerungen nach Widersprüchen suchten. Sie fanden keine, und diese Widerspruchslosigkeit der neuen Gegenstände war für die späteren Mathematiker der Grund, die Existenz der nichteuklidischen Geometrie zu behaupten.

Es ist leicht, die Fiktionen von den *Hypothesen* zu scheiden. Die Hypothese stellt Gegenstände mit dem Anspruch hin, daß wenigstens ein wenn auch vorläufig noch nicht herausstellbarer Faktor daran wirklich sei. Es soll übrigens hier gar nicht entschieden werden, ob Hypothesen in den Bereichen aller vier Gegenstandsgruppen auftreten können oder ob sich ihr Vorkommen nur auf die beiden ersten beschränkt.

Weniger leicht sind die Fiktionen von den *Idealisierungen* zu trennen (wir brauchen das

Wort „Idealisierung“, gerade wie „Fiktion“, nicht zur Bezeichnung des Denkprozesses, sondern der (Gegenstände). Idealisierungen entstehen in den Fällen, wo die komplizierte Struktur von Gegenständen ein unmittelbares, alle Verhältnisse berücksichtigendes Studium derselben unmöglich macht. Man nimmt dann Vereinfachungen vor, indem man unvollkommene Eigenschaften vollkommen macht oder von Parametern ganz absieht, studiert diese vereinfachten Gegenstände und versucht dann, wenn möglich, durch schrittweises Fallenlassen der vereinfachenden Bedingungen der Wirklichkeit näher zu kommen. Das Resultat, das bei Benutzung von Idealisierungen herauskommt, ist also ebenfalls idealisiert. Man kann danach unter Idealisierungen Gegenstände verstehen, die die Erkenntnis einer der Wirklichkeit mehr oder weniger angenäherten Nichtwirklichkeit geben. Die Fiktionen haben niemals etwas von dem Charakter an sich, daß sie sich durch Änderungen an den Gegenständen der Wirklichkeit nähern können; sie brauchen das nicht, weil die Resultate, die bei ihrer Benutzung herauskommen, nicht idealisiert sind, vorausgesetzt natürlich, daß es sich *nur* um eine Fiktion und nicht *gleichzeitig* auch um eine Idealisierung handelt.

Die *Berechtigung zur Aufstellung eines fiktiven Gegenstandes* kann sehr verschieden begründet sein: Sie kann auf einem Einfall, einer reinen Willkür beruhen (z. B. bei *Helmholtz'* Flächwesen, *Maxwells* Dämonen), sie kann erfahrungsgemäß Grundlage sein (z. B. bei *v. Baers* Änderung der subjektiven Zeit¹⁾), sie kann aus mathematischen Beziehungen geschöpft werden (z. B. bei der Zusammensetzung und Zerlegung physikalischer Vektoren, wobei allerdings *auch* eine erfahrungsgemäße Grundlage vorhanden sein muß), sie kann sich sogar auf die Sicherheit eines speziellen theoretischen Resultates gründen (z. B. bei dem Resultate, daß man die Masse einer homogenen Kugel im Mittelpunkte vereinigt denken darf).

Das Kriterium, das Fiktion, Hypothese und Idealisierung eindeutig zu unterscheiden gestattet, ist die *Als-Ob-Betrachtung*. *Vaihinger* wirft alles, worauf sich die Als-Ob-Betrachtung anwenden läßt, zu den Fiktionen²⁾. Daß das nicht richtig sein kann, vermag jede deutliche Hypothese zu lehren. Zum Beispiel war die Bewegung des Uranus so, *als ob* seine Bahn von einem bis dahin unbekannten Himmelskörper gestört würde, die Bewegung des Sirius so, *als ob* er einen Begleiter habe. Es kommt darauf an, wie die Als-Ob-Betrachtung aufzulösen ist. Was besagt sie denn eigentlich in den genannten Fällen? Offenbar dies: *Wenn* die Verhältnisse so liegen, wie der Als-Ob-Satz annimmt, dann sind die betreffenden Erscheinungen verständlich; *ob*

sie so oder anders liegen, kann die weitere Forschung ergeben. Man *weiß* also, daß es in diesen Fällen eine Wirklichkeit so, wie man sie sich gedacht hat, oder eine hinsichtlich der betrachteten Wirkung äquivalente Wirklichkeit geben *muß*. Weil das offensichtlich der Charakter aller Hypothesen ist, so liegt eine Hypothese in den Fällen vor, wo die Als-Ob-Betrachtung sich in eine Wenn-Ob-Betrachtung auflösen läßt. Nun gibt es aber auch Fälle, wo der Ob-Satz nicht folgen kann. Zum Beispiel: eine homogene Kugel zieht einen außer ihr gelegenen Punkt so an, als ob ihre Masse im Mittelpunkte vereinigt wäre; ist in einem homogenen Körper ein Hohlraum, so ist die Anziehung auf einen außerhalb gelegenen Punkt so, als ob der massiv gedachte Körper (von der Dichte d) den Punkt anziehe, der Hohlraum (von der Dichte $-d$) ihn abstoße. In solchen Fällen ist der Ob-Satz sinnlos, weil man *weiß*, daß die Wirklichkeit *nicht* so ist, wie der Als-Ob-Satz sie beschreibt. *Diese* Fälle sind diejenigen von Fiktionen. Die Idealisierungen schließlich lassen überhaupt keine Wendung in einen Als-Ob-Satz zu. Es ist *nicht* so, *als ob* es eine mit Masse belegte Linie, eine reibungslose Flüssigkeit, vollkommen elastische Kugeln, ideale Gase, umkehrbare Kreisprozesse gebe. Wohl aber gilt hier die Wenn-Betrachtung: *Wenn* eine Flüssigkeit keine innere Reibung besitzt, dann können Wirbelbewegungen in ihr weder entstehen noch vergehen¹⁾; *wenn* ein Gas ideal ist, dann folgt es dem Boyle-Mariotteschen Gesetz.

Wir können also jetzt so zusammenfassen: Dann und nur dann liegt eine Hypothese vor, wenn die Als-Ob-Betrachtung sich in eine Wenn-Ob-Betrachtung auflösen läßt.

Dann und nur dann liegt eine Fiktion vor, wenn die Als-Ob-Betrachtung sich nur in eine Wenn-Betrachtung auflösen läßt.

Dann und nur dann liegt eine Idealisierung vor, wenn eine Wenn-Betrachtung, aber keine Als-Ob-Betrachtung möglich ist²⁾.

Gehört der Widerspruch zum Begriff der Fiktion? Ein Widerspruch gegen die Wirklichkeit, um den *Vaihingers* Ausdruck zu gebrauchen, ist bei jeder Fiktion notwendig vorhanden, ist aber kein charakteristisches Merkmal; denn er liegt auch bei der Idealisierung vor. Überdies meine ich, von einem Widerspruch gegen die Wirklichkeit (besser gegen die Gesetze der Wirklichkeit oder gegen die Erfahrung) spräche man am besten nur dann, wenn sich sagen läßt: ein Gegenstand *kann* nicht existieren; nicht aber dann, wenn man sich mit der einfachen Konstatierung begnügen muß: er existiert nicht. Unsere

¹⁾ Ob diese *Helmholtz'sche* Ableitung angreifbar ist, kommt für uns nicht in Betracht.

²⁾ Es braucht wohl kaum gesagt zu werden, daß wir die Hypothese und die Idealisierung nur durch den Vergleich mit der Fiktion charakterisieren, nicht aber in ihrem ganzen logischen Wesen darstellen wollen.

¹⁾ Vergl. *O. Liebmann*, Zur Analysis der Wirklichkeit⁴, Straßburg 1911, S. 100.

²⁾ A. a. O. S. 155.

Definition und unser Kriterium lassen es offen, ob ein innerer Widerspruch bei einem der drei Gebilde möglich ist. Nun können zwar Widersprüche zwischen zwei Gebilden derselben Art offenbar vorliegen, sogar bei Hypothesen. Das ist der Fall, wenn z. B. der eine Forscher zur Ableitung irgendwelcher Erscheinungen die Atome als starr und kugelförmig, der andere als starr und ellipsoidenförmig ansieht. Aber ein innerer Widerspruch bei demselben Gebilde scheint mir aus logischen Gründen wenigstens dann unmöglich zu sein, wenn es sich um die Gewinnung und nicht (wie z. B. bei Faradays Kraftlinien) um die Darstellung oder Veranschaulichung von Erkenntnis handelt. Ich glaube, daß ein Irrtum nur durch alogische Faktoren denkfördernd werden kann¹⁾. Ein näheres Eingehen darauf würde uns zu weit von unserem Thema abführen. Jedenfalls ist ersichtlich, daß der „Widerspruch“ durchaus kein Kriterium der Fiktion ist, wozu *Vaihinger* ihn machen will.

Damit hängt die weitere Frage zusammen, ob die Fiktion ausschließlich ein Mittel der Erkenntnis ist. Auch diese Charakterisierung *Vaihingers*²⁾ trifft nicht immer zu. Daß es Fälle gibt, wo die Fiktion auch ein Resultat, eine Erkenntnis bedeutet, kann das schon einmal angezogene Beispiel der Gravitationswirkung einer homogenen Kugel auf einen außerhalb gelegenen Punkt zeigen. Wir gehen sogar noch weiter und sagen, daß die Fiktion wenigstens dann eine Erkenntnis bedeuten muß, wenn jene Korrektur *Vaihingers*, von der wir früher sprachen, nicht eintritt, und das ist sehr oft, wenn nicht meistens der Fall (vergl. das vorstehende Beispiel oder die Zusammensetzung von Vektoren). Nimmt man das nicht an, so stellt man damit die Möglichkeit auf, aus einer unrichtigen Beziehung auf richtigem Wege richtige Resultate ableiten zu können. In eine derartige Logik hinein wird wohl niemand folgen wollen, vielleicht *Vaihinger* auch nicht; und doch hat er sie implicite. Ich habe vorhin schon erwähnt, daß mir die Wahrheitstheorie noch eine weitere Folgerung zu erlauben scheint, nämlich die, daß jede Fiktion, die in einem Urteil ausgedrückt wird, auch eine Erkenntnis, d. h. richtig sein muß.

Wir haben uns bisher nur mit dem wissenschaftlichen Begriff der Fiktion befaßt. Die Untersuchung, ob und wie der Begriff weiter auszubauen ist, liegt außerhalb unseres Gesichtskreises.

5. Die Fiktion in der Physik.

Aus unseren theoretischen Überlegungen ergibt sich schon, daß Fiktionen in der Physik existieren können, und wir haben auch schon mehrere Beispiele kennen gelernt. Deshalb beschränken wir uns in diesem Abschnitt haupt-

sächlich darauf, unrichtige Charakterisierungen *Vaihingers* abzuweisen und ungenaue zurechtzurücken.

Das Atom ist ihm eine Fiktion; es ist „eine Modifikation des allgemeinen Begriffes der Materie und verhält sich zu ihr selbst wie die Differentialfiktion zu der Fiktion einer Länge der Kurven überhaupt; die Materie wird als aus unendlich kleinen Teilen bestehend betrachtet“³⁾. Aber das ist der Atombegriff der Physik und Chemie nicht, sondern nur der einiger Philosophen. Es hat also gar keinen Zweck, mit *Vaihinger* sich darüber auseinanderzusetzen. Man mag bis vor nicht langer Zeit noch mit einigem Rechte das Atom in der Physik nur als ein Bild, ein Gerüst, eine Arbeitshypothese angesehen haben (trotzdem das, wie wir hörten, vom allgemein logischen Standpunkte aus angreifbar ist). Die moderne Physik aber hat ein großes neues, experimentelles und theoretisches Material zur Verfügung, das zur Anerkennung einer wirklichen Unterlage der Mikrostrukturlehre der Materie zwingt, sie also mindestens als Hypothese sichert. Das alles ist unserem Philosophen, der mehrere Kapitel über das Atom schreibt, so gleichgültig, daß er nicht mit einem einzigen Worte darauf zu sprechen kommt. Mit der Pietät gegen die ursprüngliche Fassung des Manuskriptes, das in seinen systematischen Teilen aus den Jahren 1876 bis 1878 stammt⁴⁾, läßt sich ein solches Verfahren nicht mehr entschuldigen.

In den Ausführungen über die Kraft scheidet *Vaihinger* nicht zwischen Philosophie und Physik und nicht zwischen dem wissenschaftlichen Begriff der Physik und populären Vorstellungen. Er sagt zwar ganz richtig⁵⁾, die Gravitationskraft sei „nur ein zusammenfassender Ausdruck für die gesetzlichen Phänomene“, sieht aber anderswo⁶⁾ in der Kraft ein Gebilde, das „in der Phantasie eingeschoben“ wird und die „Vorstellungsweise“ erleichtert. In Wahrheit ist die Kraft für die Physik ein Ordnungsbegriff, ein Hilfsbegriff zur Klassifikation von Tatsachen, also keine Fiktion. Sie wird zu einer Fiktion, wo sie von laienhafter Vorstellung innerhalb der physikalischen Gegenstände als ein Etwas angesehen wird, das in dem Körper liegt und von der gleichen Realität wie er ist. Allerdings fehlt dabei ein durchschnittliches Merkmal der Fiktion, nämlich das Bewußtsein der Fiktivität.

Bei dem Schwerpunkt, den er „Gravitätszentrum“ nennt⁷⁾ und über den er ungenaue und unrichtige Angaben macht (man vergleiche sie mit dem Folgenden), liegen die Verhältnisse weit verwickelter, als *Vaihinger* sie sich denkt. Um hineinblicken zu können, haben wir erst genaue Definitionen nötig. Wir definieren einen Punkt

¹⁾ A. a. O. S. 102.

²⁾ A. a. O. S. V.

³⁾ A. a. O. S. 50.

⁴⁾ A. a. O. S. 413.

⁵⁾ A. a. O. S. 457.

¹⁾ Vergl. Aloys Müller, Wahrheit und Wirklichkeit. Bonn 1913, S. 40 ff.

²⁾ A. a. O. S. 149.

eines mechanischen Systems so, daß seine Beschleunigung, mit der Masse m des Systems multipliziert, gleich der Summe der äußeren Kräfte ist, und nennen ihn Massenmittelpunkt. Der Begriff ist rein kinematisch und gilt für jedes System. In all den Fällen, wo es auf die Bewegung des Systems relativ zu diesem Punkte nicht ankommt, können wir also so rechnen, als ob alle äußeren Kräfte im Massenmittelpunkt mit der Masse m angriffen. Bei einem starren Körper im Schwerfeld können wir einen zweiten Punkt, den Schwerpunkt, definieren, in dem die Resultante der Schwerkraft angreift. Ist das Kraftfeld homogen, so fällt der Schwerpunkt mit dem Massenmittelpunkt zusammen. Da man für nicht zu große Objekte der Erdoberfläche das Kraftfeld als homogen ansehen kann, liegt dieser Fall hier mit genügender Annäherung vor, so daß man praktisch den Schwerpunkt mit der Masse m so betrachten darf, als ob alle äußeren Kräfte in ihm angriffen. Soweit nun in dieser Überlegung von Resultanten und von der Ersetzung des Systems durch den Massenmittelpunkt die Rede ist, liegen Fiktionen vor. Bei der Betrachtung des inhomogenen Kraftfeldes der Erde als homogen haben wir eine Idealisierung. In dem letzten Als-Ob-Satz steckt eine eigenartige Durchdringung von Fiktion und Idealisierung; die Als-Ob-Betrachtung ist hier nur möglich, weil die Idealisierung der Wirklichkeit so nahe kommt, daß die Anwendung der Fiktion gestattet ist.

Daß eine *homogene Kugel* in einem äußeren Punkte dasselbe Potential erzeugt, wie wenn ihre Masse im Mittelpunkt konzentriert wäre¹⁾, ist eine Fiktion innerhalb einer Idealisierung.

Die *Magnetpole*²⁾ sind Fiktionen, und zwar, wie *Vaihinger* selber nach *Jevons* in nicht gerade glücklicher Ausdrucksweise andeutet, auf Grund des allgemeinen Prinzips der Zusammensetzung von Kräften.

Fundamentalepunkte auf Skalen, Anfangspunkte von Koordinaten, Parameterwerte als Maßeinheiten u. a.³⁾ sind keine Fiktionen, sondern auf der Relativität der Messung beruhende willkürliche, aber konventionelle Festsetzungen. Welchem vernünftigen Menschen fällt es ein zu sagen: es ist so oder wir tun so, als ob die Temperatur des schmelzenden Eises Null sei?⁴⁾ Das ist auch gar nicht der physikalische Sinn dieser Beziehung. Das schmelzende Eis hat eine bestimmte Temperatur. Wir ordnen dieser Temperatur die Zahl 0 zu. Damit ist so wenig ein nichtwirklicher Gegenstand aufgestellt, wie es damals geschah, als *Vaihinger* den Vornamen Hans erhielt.

Der *absolute Raum* ist ihm der Musterfall einer echten Fiktion¹⁾. „Wie kann der reine Raum, der doch das Nichts ist (!), noch die Eigenschaft der Unbeweglichkeit erhalten, die nicht aus der sinnlichen und trügerischen Anschauung stammt?“²⁾ Nun ist heute auf dem Boden des Relativitätsprinzips jedenfalls sicher, daß der absolute Raum in keiner Form für die Physik von Bedeutung ist (vorausgesetzt, daß man die Verbindung zwischen dem Prinzip und der nicht-euklidischen Maßbestimmung nicht für notwendig erachtet). Aber deshalb kann er doch Wert für die logische Grundlegung der Physik besitzen. Eine genauere Untersuchung zeigt, daß er in einem bestimmten Sinne ein von der Vollständigkeit und Widerspruchlosigkeit der logischen Grundlagen verlangtes Postulat ist, also, wenn man will, der Grenzfall einer Hypothese. Von diesen komplizierten und schwierigen Dingen wissen die breiten Ausführungen *Vaihingers* nichts; vor allem werden sie der mathematisch-physikalischen Seite des Problems gar nicht gerecht. *Vaihinger* scheidet, was nicht zu scheiden ist (z. B. das Problem der absoluten Bewegung von dem des absoluten Raumes), und fügt ineinander, was auseinanderzuhalten ist (z. B. mathematische, physikalische und metaphysische Dinge). Da ich zum Beweise auf meine ausführliche Darstellung verweisen kann³⁾, mögen diese Andeutungen hier genügen.

Vaihingers Beispiele betreffen also größtenteils keine Fiktionen, während er die wohl verbreitetste physikalische Fiktion, nämlich die *Zusammensetzung und Zerlegung von Vektoren*, soviel ich mich erinnere, niemals ausdrücklich nennt, höchstens könnte man eine teilweise Andeutung davon in dem unglücklichen Ausdruck⁴⁾ finden, daß „ein Bündel oder eine Reihe zusammengehöriger Kräftebeziehungen in einem idealen Durchschnittspunkte vereinigt gedacht wird“ (kurz darauf⁵⁾ nach *Jevons* etwas besser). —

Im allgemeinen läßt sich sagen, daß die Fiktionen, vor allem die *Zusammensetzung und Zerlegung von Vektoren*, in der Physik eine große Wichtigkeit besitzen, daß aber daneben die *Hypothesen und Idealisierungen* eine wenigstens so bedeutende Rolle spielen. Sieht man von den unmittelbaren Folgerungen aus Axiomen, Prinzipien, Definitionen oder wie man es nennen will, ab, so wird in der Regel keine theoretische Ableitung ohne Hypothese und Idealisierung möglich sein. Die wirklichen Verhältnisse sind uns zu wenig bekannt, als daß wir ohne Hypothesen auskommen könnten, und sind so kompliziert, daß Vereinfachungen der Probleme, schon aus mathema-

¹⁾ A. a. O. S. 458.

²⁾ A. a. O. S. 459.

³⁾ A. a. O. S. 470.

⁴⁾ Das erinnert an jene berüchtigte kritische Bemerkung aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts, es sei doch nicht sicher, daß der neuentdeckte Stern „wirklich“ der Neptun sei.

¹⁾ A. a. O. S. 108, 461 ff., 471 ff.

²⁾ A. a. O. S. 498.

³⁾ *Aloys Müller*, Das Problem des absoluten Raumes und seine Beziehung zum allgemeinen Raumproblem („Die Wissenschaft“ Bd. 39), Braunschweig 1911.

⁴⁾ A. a. O. S. 456 f.

⁵⁾ A. a. O. S. 458.

tischen Gründen, nicht nur nützlich, sondern notwendig werden.

Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, daß ich weder hier noch bei den Ausführungen über die Mathematik alles herausgestellt habe, was mir an den zitierten und anderen hierhergehörigen Worten *Vaihingers* angreifbar erscheint, und daß ich die Lösung mancher von ihm berührten Probleme (z. B. des Problems der Zahl, des Messens) nur streifen können. Aber was angeführt worden ist, wird, so glaube ich, zum Beweise genügen, daß die Wissenschaftstheorie der Mathematik und Physik selten so ohne die nötigen Grundlagen angefaßt wurde, wie es von *Vaihinger* geschehen ist.

Besprechungen.

Ostwald, Wilhelm, Die Farbenfibel. Leipzig, Verlag Unesma G. m. b. H., 1917. 8 Zeichnungen und 192 Farben. Preis M. 10,—.

Ostwalds Farbenfibel wendet sich an einen weiten Leserkreis. Sie enthält im wesentlichen einen ganz elementar gehaltenen knappen Auszug aus der ersten Lieferung des schönen, aber leider unvollendeten Werkes von *Ewald Hering* über die Lehre vom Lichtsinn (Leipzig 1905 bei Wilhelm Engelmann).

Das Bemerkenswerte an der Fibel ist die vorzügliche Art, in der die Farbproben wiedergegeben sind. Es ist kein Mehrfarbendruckverfahren angewandt, sondern die einzelnen Muster sind auf mattes Papier mit der Hand aufgetragen und in den Text *eingeklebt*, ein Aufwand, der den nicht unerheblichen Preis des Buches ohne weiteres rechtfertigt.

Die Darstellung bezieht sich, ohne dies besonders zu erwähnen, durchaus auf *farbige Anstriche* (Pigmente) und setzt Beleuchtung durch *Tageslicht* normaler Beschaffenheit und Intensität voraus. Im einzelnen ist der Inhalt der folgende:

1. *Die Reihe der tonfreien oder unbunten Farben:* Weiß, Grau, Schwarz. *Ostwald* verfährt sehr summarisch, ganz im Sinne der alltäglichen Erfahrung gelten Schnee und Papier als weiß, Ruß und Druckerschwärze als schwarz. In Wirklichkeit ist bekanntlich jede tonfreie Farbe an das Vorhandensein mindestens *zweier* Flächen im Gesichtsfeld gebunden, die verschiedene Lichtmengen in das Auge senden. *Ostwald* übergeht, sicher mit Absicht, diese Tatsache, obwohl ohne sie nie begriffen werden kann, warum die Umgebung oder der „Rahmen“ für das Aussehen einer farbigen, tonfreien oder bunten, Fläche von entscheidender Bedeutung ist. Man denke an den *klassischen Versuch von Hering*, in dem eine farbige Fläche durch das Loch in einem „weißen“ Papierblatte betrachtet wird und seine Farbe in geradezu verblüffender Weise wechselt, sobald die Beleuchtungsintensität nur des Papierblattes geändert wird. — Von *Ostwald* sind die Farbenmuster der Fibel ohne weiteren Kommentar bald in schwarze, bald in weiße Rahmen eingeklebt.

Als „reinstes Weiß“ gilt das des Bariumsulfatpulvers, seine *Helligkeit*, d. h. sein diffuses Remissionsvermögen wird gleich 100 gesetzt, und dann wird, nach Erläuterung des Schwellenbegriffes, eine zehnstufige *Grauleiter* vorgeführt. Dabei „besteht“ nach *Ostwald* irgend ein Grau aus einem „Gemisch“ von Weiß und Schwarz, ohne daß *Ostwald* zu dem naheliegenden Hilfsmittel greift, jedes Graupigment als ein Mosaik von

nebeneinanderliegenden kleinen weißen und schwarzen Pigmentflächen hinzustellen, deren Größe so gering ist, daß die Struktur bei der Beobachtung unbeachtet bleibt. Ohne diese anschauliche Vorstellung hat es doch kaum einen Sinn, wenn *Ostwald* aus der geometrischen Progression der Grauleiter folgert, daß „große Mengen Schwarz bei vorherrschendem Weiß nur schwach empfunden werden“, während „die geringste Menge Weiß im Schwarz eine sehr deutliche Aufhellung bewirkt“, oder wenn *Ostwald* ein Grau der Helligkeit 20 mit einem solchen der Helligkeit 60 „im Verhältnis $\frac{1}{4}$ zu $\frac{3}{4}$ mischt“, um als „Mischung“ das Grau der Helligkeit 50 zu erhalten.

2. Der bunte *Farbenkreis* und das *Farbendreieck*. Der Farbenkreis wird in 20facher Unterteilung vorgeführt. Er ist nach dem Prinzip der Gegenfarben und der inneren Symmetrie geordnet und wird mit sehr schönen Pigmenten dargestellt.

Jede bunte Farbe hat drei Bestimmungsstücke:

1. ihren bunten *Ton*, grün, gelb usw.,
2. ihre „*Verhüllung mit Weiß*“ oder „*Abwandlung nach Weiß*“,
3. ihre „*Verhüllung mit Schwarz*“ oder „*Abwandlung nach Schwarz*“.

In dem oben benutzten Bilde heißt das: Jede farbige Fläche läßt sich als Mosaik aus drei verschiedenen Bausteinen zusammensetzen, nämlich:

1. *bunten*, die in einem begrenzten; wenngleich nicht schmalen Spektralbereich 100 % remittieren und 0 % im Gebiete der Wellen, die in unserm Auge die zu dem bunten Farbton gehörige Gegenfarbe erzeugen,
2. *weißen*, die jeden Spektralbereich des Tageslichts zu 100 % remittieren,
3. *schwarzen*, die alles auffallende Licht unabhängig von der Wellenlänge verschlucken.

Daß sich derartige Mosaik Elemente mit technischen Pigmenten nur mit gewisser Annäherung herstellen lassen, ist hier belanglos.

Das Mosaikbild gibt leicht eine Übersicht über das „Farbendreieck“ oder „Verhüllungs-dreieck“ eines jeden Tones. Jedes Farbendreieck enthält in seinen drei Ecken die spektral ausgesonderte Farbe, Weiß und Schwarz. *Ostwald* bringt ein für ein Rot durchgeführtes Beispiel auf Seite 35. Man sieht sogleich, wie von der spektralen Farbe zur weißen Ecke die „hellklare“ Reihe verläuft, wie die Linien, die zu einem Punkt auf der Graustufenbasis des Farbendreieckes gehen, durch *trübe* Farben zunehmender Schwärzung hindurchführen, und erst die Dreieckseite zwischen der schwarzen und der spektral gefärbten Ecke wieder „dunkelklare“ Farben liefert, die nicht mehr durch Grau getrübt erscheinen.

Ostwald wählt eine abstraktere Darstellung und verzichtet auf das anschauliche Bild des Mosaiks. Er „ersetzt“ ohne irgendeine Erläuterung „einen Bruchteil einer reinen Farbe durch einen unbunten Anteil“. Er stellt auf Seite 21 vier Reihen untereinander, in denen er ein Rot in zunehmendem Betrage

mit Weiß,
mit Mittelgrau,
mit Dunkelgrau,
mit Schwarz

verhüllt, und bemerkt, „daß die wagerechten Reihen annähernd gleiches Grau in zunehmenden Mengen, die senkrechten ungefähr gleiche Mengen Grau von zunehmender dunklerer Beschaffenheit enthalten“. Ein solcher Satz ist wenig klar.

Des weiteren bevorzugt *Ostwald* an Stelle der drei Bestimmungsstücke „bunter Ton“, „Weißverhüllung“ und „Schwarzverhüllung“ drei andere, nämlich „bunter Ton“, „Reinheit“ und „Grau“. Die *Reinheit* ist im Bilde des Mosaiks der in Prozenten (a) gezählte Bruchteil der ganzen Fläche, der nicht von weißen und schwarzen Steinchen eingenommen wird. „Das Grau“ ist die Farbe, die man den unbunten Steinchen von der Gesamtfläche (100—a) geben müßte, wenn man statt der beiden Sorten weißer und schwarzer Steine nur eine „graue“ Steinsorte benutzen wollte.

3. *Farbenharmonien*. Äquidistante Farben des Farbenkreises, z. B. um je 180° oder 120° getrennte, werden als „Farbenzweiklänge“ und „Farbendreiklänge“ nebeneinandergestellt, und die Zahl der möglichen Farbendreiklänge wird auf eine Milliarde berechnet. Hier soll ein neuer Weg für künstlerische Farbenzusammenstellungen erschlossen sein.

4. *Messung der Farben*. Zur quantitativen Erfassung jeder Farbe sind neben der Nummer ihres Tones in einem nach Stufen geteilten Farbenkreis zwei weitere Zahlen erforderlich: Die eine mißt die Weißverhüllung, die andere die Schwarzverhüllung.

Im Bilde des auch hier von *Ostwald* nicht angezogenen Mosaiks ist der Gang der beiden Messungen sofort ersichtlich, man nehme als Beispiel ein beliebiges trübes technisches Rotpigment. Dann lautet die erste Frage: Ein wie großer Bruchteil der Pigmentfläche ist Schwarz, d. h. scheidet überhaupt als nicht reflektierend aus? Antwort: Man beleuchte die Pigmentfläche mit demjenigen spektral, z. B. mittels Filter, gewonnenen roten Licht, in dem das Pigment am *hellsten* erscheint, und in diesem Licht suche man aus einem gleichmäßig abgestuften Vorrat ein *Graupigment* heraus, das ebenso hell erscheint, wie das zu untersuchende Rotpigment. Alsdann enthält das Rotpigment genau so viele schwarze Elemente wie das Graupigment, das man sich auf beliebige Weise, z. B. mit einem Farbenkreisel oder auch durch Auszählen der kleinen schwarzen und weißen Elemente *eichen* kann.

Zweite Frage: Ein wie großer Bruchteil der rot pigmentierten Fläche ist Weiß, d. h. reflektiert neben dem Rot auch alle anderen Farben des Sonnenspektrums? Antwort: Man nehme das spektral hergestellte Licht, das dem bei der Schwarzbestimmung benutzten komplementär ist. Dies wird nur von den *weißen* und nicht von den roten und schwarzen Mosaik-elementen reflektiert, und man suche sich wie oben aus einem geeichten Vorrat ein Grau heraus, das in diesem Komplementärlicht genau so hell erscheint, wie das auf seinen Gehalt an Weiß zu prüfende Rotpigment.

Hat sich a Prozent der Fläche als schwarz pigmentiert herausgestellt, b Prozent als weiß, so verbleiben $100 - a - b$ als „reine Farben“, und auf diese Weise hat *Ostwald* festgestellt, daß sich Pigmente im Gelben bis zu 90 Prozent Reinheit, im Blauen hingegen nur bis zu 60 Prozent Reinheit im Handel befinden.

Die hier empfohlene Darstellung der Farbenverhüllung durch ein Mosaik mit bunten, weißen und schwarzen Bausteinen ist für den Anfänger sehr bequem und natürlich unabhängig davon, ob der Mosaikcharakter des Pigmentes mikroskopisch erkannt werden kann oder nicht.

Die Farbenfibel ist wegen ihres Anschauungsmaterials recht zu empfehlen. Ihre Aufgabe ist erfüllt, wenn sie den Leser anregt, sich näher mit dem reizvollen Problem der Farben zu beschäftigen und womöglich auf das Originalwerk *Herings* zurückzugreifen.

R. Pohl, Berlin.

Rein, Hans, Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie. Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von Prof. Dr. K. Wirtz. Berlin, J. Springer, 1917. XVI, 406 S., 355 Fig., 4 Tafeln und ein Bildnis. Preis geb. M. 20.—.

Das Buch ist gedacht als Lehrbuch der praktischen drahtlosen Telegraphie. Die Theorie ist dabei nur so weit herangezogen, als es zur Entwicklung jener Grundgleichungen erforderlich war, die die rechnerische Verfolgung der einzelnen Fragen zur Voraussetzung haben. Das Buch ist zum Teil eine Ergänzung des früher erschienenen Werkes des Verfassers: „Radio-Telegraphisches Praktikum“. Der erste Teil behandelt eingehend die Bestandteile, aus denen sich die Sende- und Empfangsanlagen zusammensetzen. Im zweiten werden für alle die verschiedenen Sendeverfahren die bei ihnen auftretenden physikalischen Erscheinungen besprochen und im Anschluß daran die Bedingungen für die günstigsten Betriebsverhältnisse hergeleitet. Sodann werden sehr eingehend die Verhältnisse auf der Empfangsseite dargelegt und ganz kurz wird zum Schluß die Richtungs Telegraphie gestreift.

Zeichnen sich die früher erschienenen Schriften von *Rein* schon durch große Klarheit und technischen Blick aus, so gilt dies von seinem neuen Werk in weit größerem Maße und es ist sicherlich für den drahtlosen Techniker das beste Nachschlage- und Lehrbuch in Deutschland. Prof. Wirtz (Darmstadt) hat sich hier wirklich ein besonderes Verdienst erworben, daß er sich nach dem Tode des Verfassers — *Rein* fiel als Führer einer Maschinengewehrabteilung im April 1915 in Frankreich — der mühevollen Arbeit der Herausgabe des Buches unterzog. Freilich sind einige Schwächen des Buches nicht behoben. Sie bestehen vor allem darin, daß *Rein* das Buch doch wohl zum Teil auch als Reklameschrift für die Firma Lorentz gedacht hatte — *Rein* war bekanntlich Leiter des Laboratoriums dieser Firma. Wir finden in sehr vielen Fällen die Darstellung in diesem Sinne gefärbt und gerade z. B. die Leistungen der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, die doch unzweifelhaft den weitaus größten Anteil an der Entwicklung der Drahtlosen zum mindesten in Deutschland hat, sehr in den Hintergrund gerückt. Nur um ein Beispiel zu erwähnen: Die ganze moderne Entwicklung der Flachspulen für Sende- und Empfangsanordnungen, der Flachspulen in Öl sowie der Sendevariometerformen ist, wie allgemein in der Technik bekannt, von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie ausgegangen. In *Reins* Buch finden wir wohl eine ganze Reihe derartiger Konstruktionen abgebildet, aber als Autoren nur die Herren *Rein*, *Scheller* oder die Firma Lorentz angegeben. Andererseits ist z. B. wieder dem Vieltonsystem, das in der Praxis schon lange gänzlich abgewirtschaftet und nur noch ein rein wissenschaftliches Interesse hat, ein sehr breiter Spielraum gelassen, dagegen sind die tönenden Funkenstationen, die zu Hunderten und Tausenden Verbreitung gefunden haben, ganz kurz behandelt. Sie sind in den Abbildungen fast nur durch einige ganz kümmerliche französische Stationen vertreten, und die großen tönenden Funkenstationen, die seit Jahren mit 100 KW Schwingungsenergie arbeiten, sind mit keinem Worte erwähnt.

Sehr übersichtlich und klar sind die Kapitel über die Hochfrequenzmaschine sowie der Teil des Buches, der den Empfang der elektrischen Schwingungen betrifft. Der Aufbau dieses Kapitels ist direkt als mustergültig zu bezeichnen, und wir finden in keinem anderen Buche eine derartig übersichtliche Zusammenstellung und Behandlung der hier in Betracht kommenden Vorgänge. Die für die Praxis so wichtigen

Begriffe Abstimmsschärfe bei ungedämpften und gedämpften Schwingungen, bei Primär- und Sekundärempfang sind gerade in einer solchen Form, wie die Praxis sie braucht, herausgeschält. Diese Abschnitte sind so abgefaßt, daß jeder Praktiker wohl oft auf sie zurückgreifen müssen.

A. Meißner, Berlin.

Krauß, Joseph, Grundzüge der maritimen Meteorologie und Ozeanographie. Berlin, Julius Springer, 1917.

XII, 221 S. und 60 Textfiguren. Preis geb. M. 5,—.

Der überwiegende Teil des Buches (etwa $\frac{2}{3}$) ist der maritimen Meteorologie gewidmet. Ausgehend von den physikalischen Eigenschaften, Höhe und Zusammensetzung der Atmosphäre, werden die Temperatur, Feuchtigkeitsverhältnisse und der Luftdruck besprochen und hierauf auf etwa $\frac{1}{3}$ des der Meteorologie zugewiesenen Raumes das für den Seemann Wichtigste, nämlich der Wind und die atmosphärischen Störungen behandelt. Die großen Windsysteme, die wichtigsten periodischen Winde und vor allem die Stürme, besonders Bora, Mistral, Scirocco, Harmattan, Pango, Norder, Tornado werden eingehend geschildert. Die für die Schifffahrt gefährlichsten atmosphärischen Störungen, die Orkane, erfahren besonders ausführliche Behandlung, hier ist auch ein Abschnitt über Manövrierung in tropischen Orkanen eingeschoben.

Ein kleiner Teil des Buches nur entfällt auf die Ozeanographie. Es handelt sich um die Darstellung der für den Seemann wichtigsten Grundzüge. Nach einer kurzen Betrachtung der Meeresräume und des Meerwassers, der Wellen und der Ursachen der Meeresströmungen werden die Oberflächenströmungen der einzelnen Meere eingehend geschildert. Die Gezeitenströmungen finden nur kurze Erwähnung.

Aus diesen kurzen Hinweisen auf den Inhalt des Buches geht schon hervor, daß es sich hier nicht um eine umfassende Darstellung der beiden Wissensgebiete handelt, sondern daß die Auswahl und Anordnung des Stoffes mit besonderer Rücksicht auf die Praxis geschehen ist. Das Buch ist auch in erster Linie für die Anforderungen in Navigationsschulen geschrieben. Es ist deswegen hier alles, was schon in den von den Nautikern allgemein benutzten Werken enthalten ist, wie Instrumentenbeschreibung, Schilderung der Segler- und Dampferwege, Gezeitenlehre kurz erledigt.

Der Verfasser hat aus der für den Anfänger verwirrenden Fülle von Einzeltatsachen mit Geschick das für das Verständnis Erforderliche herausgeholt und besonders Wert auf klare Herausarbeitung der physikalischen Grundlagen gelegt. Die Darstellung ist pädagogisch gut durchdacht und trägt den neueren wissenschaftlichen Ergebnissen sorgfältig Rechnung.

Das Buch wird gute Dienste leisten, den Seelenten die wissenschaftlichen Grundlagen zu übermitteln, die erforderlich sind, um den nautischen Handbüchern und Segelanweisungen der Deutschen Seewarte tieferes Verständnis entgegenzubringen, insbesondere aber sie befähigen, den Naturerscheinungen gegenüber ein selbständiges Urteil zu gewinnen. Dies letztere ist nicht nur aus praktischen, sondern auch aus wissenschaftlichen Gründen wichtig, verdanken wir doch den größten Teil unserer Kenntnis der geographischen Verteilung der meteorologischen und ozeanographischen Elemente auf See der freiwilligen Mitarbeit der Seeleute, mit deren besserer Durchbildung natürlich auch die Güte ihrer Beobachtungen wächst.

Bruno Schulz, Hamburg.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Ersatzmittel für Nahrungsmittel, Surrogate und ähnliche Erzeugnisse. Von G. Fendler, G. Schikorr und W. Stüber.

Die Verfasser suchen zuerst den Begriff „Ersatzmittel“ festzustellen und berichten hierauf über die Erfahrungen, welche die chemische Abteilung des Medizinalamtes der Stadt Berlin bei der Untersuchung und Begutachtung von Ersatzmitteln und Surrogaten gemacht hat.

Ersatzmittel und Surrogate für Fleisch und Fleisch-erzeugnisse. Die beachtenswerten Anregungen, eine ausgiebigere Nutzbarmachung des Schlachtblutes zu erzielen, waren von Erfolg begleitet, besonders erfolgt seine Verwendung zur Herstellung von Mahlzeiten für Massenspeisungen. Die bekannteste Zubereitungsform ist die Blutwurst, frisch sowohl wie auch als Dauerware. Neben dieser Verwendung des Blutes ist jene als „Fleischersatz oder Sparfleisch“ zu erwähnen. Blut wird unter Zusatz einer bleichenden Flüssigkeit „Karnalbin“ koaguliert und, nach Zusatz einer „Konservin“ genannten Flüssigkeit, das entfärbte Blutgerinsel vom flüssigen Anteil durch Abpressen getrennt. Man erhält eine grauweiße, krümelige Masse, welche wie Hackfleisch, mit oder ohne Fleischzusatz, Verwendung finden soll. Als Ersatz des Fleisches durch Fische kommt Klippfisch nicht nur als Rohprodukt, sondern auch als fertige Fleischware durch die „Zentrale für De/De-Fleisch, Bremen“ in den Verkehr. Das Verfahren wird von Dr. Kallert in seiner Schrift: „Der Klippfisch als Volksnahrungsmittel, seine Verarbeitung zu Hackfleisch und Wurst“, Verlag der Zentral-Einkauf-Ges. m. b. H., Berlin W 8, Behrenstr. 21, warm empfohlen. Als „Fleischersatz“ kommt auch die „Nährhefe“¹⁾ in Betracht, und zwar als getrocknete und entbitterte Brauereihefe sowie auch als sogenannte „Mineralhefe“. Zu den Surrogaten für Fleischwaren zählen minderwertige Wurstkonserven, wie sie insbesondere von Dänemark kommen. „Hoher Wassergehalt, geringer Fettgehalt, reichlicher Mehlsatz kennzeichnen die Mehrzahl dieser Erzeugnisse.“ Die Verfasser haben 35 Wurstkonserven untersucht und geben die Analysenresultate in drei Tabellen wieder. Als Mittelzahlen seien angeführt für 1. Leberwurstkonserven: Wasser 67,6 %, Fett 13,1 %; 2. Bratwurstkonserven: Wasser 77,1 %, Fett 4,9 %; 3. Fleischwurstkonserven: Wasser 76,4 %, Fett 5,9 %. Das Surrogat „Gulasch-Ersatz“ war ein künstlich gefärbtes, mit einem Gewürzzusatz versehenes Gemisch von 55 Teilen Kartoffelstärke und 44 Teilen Kochsalz. „Gulasch-Sosen-Würfel“ enthielten außer genannten Bestandteilen noch Maismehl. „Wurstersatz Naerol“ enthielt künstlich rot gefärbte, mit 12 % Kochsalz und Spuren von Gewürzen versetzte Nährhefe. *Ei-Surrogate.* Die Verfasser fassen ihre Beobachtungen folgendermaßen zusammen: „Die „Ei-Ersatzmittel“ kommen in Pulverform in den Handel; sie gehören ausschließlich in die Gruppe der Surrogate, denn es fehlt ihnen meist qualitativ, stets quantitativ die stoffliche Beschaffenheit des Vorbildes... falls der Verbraucher genügend darüber aufgeklärt wird, daß er kein Mittel erhält, das auch nur entfernt die Zusammensetzung und den Nährwert des Eigelbs besitzt, sondern daß es sich nur um ein Binde-, Lockerungs- und Färbemittel handelt, so

¹⁾ Siehe „Die Naturwissenschaften“ 4. Jahrg., S. 705; 5. Jahrg., S. 111 und 126.

dürfte gegen den Vertrieb dieser Erzeugnisse zu angemessenem Preise nichts einzuwenden sein. Tatsächlich sind aber, wie wir an der Hand einiger von uns ausgeführten Untersuchungen zeigen werden, die Bezeichnungen dieser Erzeugnisse meist irreführend.“ Für Untersuchung kamen: „Ei im Stern.“ Es bestand aus einem mit einem Teerfarbstoff gelb gefärbten Gemisch von vorwiegend Maismehl, Trockeneiweiß (22 %) und einem Kohlensäure entwickelnden Bestandteil. „Dottofix“ ist ein Gemisch aus Kartoffelstärke (40 bis 45 %), Magermilchpulver und Kohlensäure entwickelnden Substanzen. „Ei-Ersatz Eidol“ besteht aus gefärbter Kartoffelstärke, 6 % Kochsalz, etwa 1 % Eiweiß. „Ei-Ersatz Dotterol“ ist hergestellt aus Maismehl, Zucker, Kartoffelstärke und einem Treibmittel. Eibestandteile in belangloser Menge. Ähnliche Zusammensetzungen wie die genannten zeigten „Pohls Ei-Ersatz“ und „Ei-Ersatz“.

Ersatzmittel und Surrogate für Speisefette. „Butterpulver zum Strecken von Kuh- und Kunstbutter“ bestand im wesentlichen aus gelbgefärbter mit Kuminar parfümierter Kartoffelstärke und Kochsalz. Durch diese „Streckung“ wird der Geschmack der Butter verschlechtert und sie leicht verderblicher. „Butteraufstrich“ bestand aus Schmalz und gesalzenem Stärkekleister. „Speckosa“ war ein „feinster Brotaufstrich“, der 40 % Schmalz und 60 % gesalzenen Mehlkleister enthielt. „Kunstspeisefett“ enthielt 18 % Fett, das mit Kartoffelmehl und Milch unter Salzzusatz auf 100 % „gestreckt“ worden war. (Eine Bundesratsverordnung vom 26. Juni 1916, welche nach Veröffentlichung vorliegender Arbeit erschienen ist, untersagt das „In den Verkehr bringen“ von fetthaltigen Zubereitungen (ausgenommen Margarine oder Kunstspeisefett), welche Butter oder Schweineschmalz ersetzen sollen.) „Backbutter-Ersatzpulver“ war ein mit Farbstoffzusatz versehenes Gemisch von etwa 65 % Vollmilchpulver, 5 % Kochsalz und 30 % Stärkemehl. Jene Produkte, welche als „Salatölersatz“ unter verschiedenen Bezeichnungen auf den Markt kamen, enthielten überhaupt kein Fett. Dieselben bestanden aus 98½ bis 99½ % Wasser, welchem durch Pflanzenschleim die Konsistenz von Speiseöl und durch Teerfarbstoff die gelbe Farbe desselben verliehen worden war. Als Konservierungsmittel erscheint Benzoe- oder Salizylsäure. Die Verfasser geben die Zusammensetzung der Surrogate „Salatölersatz“, „Hertol“, „Pikant“ an. Dieselben waren also nichts anderes als künstlich gefärbtes und verdicktes Wasser, das für etwa 1 M. per Kilogramm im Großhandel verkauft wurde. Behördlicherseits ist vor diesen Erzeugnissen gewarnt worden.

Ersatzmittel und Surrogate für Getreidemehle und Getreidemehlzubereitungen. „Kaiser - Auszugs - Ersatzmehl“ bestand zur Hälfte aus Manihotmehl, zu einem Viertel aus Kartoffelmehl, sonst aus Mais- und Reismehl. In Gastwirtschaften wurde brotkartenfreies Brot verabreicht, welches aus Kartoffelwalzmehl und Buchweizenmehl hergestellt war. „Kuchenfix“, welches zur Herstellung selbstgebackener Kuchen dienen sollte, bestand aus Kartoffelstärke, Maismehl, Zucker und einem Treibmittel. „Napfkuchen in der Tüte“ bestand aus der Kuchenmischung (27 % Zucker, Maisstärke, Maisgrieß, Kartoffelmehl, Backpulver, mit ätherischen Ölen parfümiert) und dem „Eiersatz“ (gelbgefärbtes Gemisch von Maismehl, Maisgrieß, Kartoffelstärke, Natriumbikarbonat und wahrscheinlich Spuren von Eibestandteilen).

Ersatzmittel und Surrogate für Milch und Milch-

erzeugnisse. Schon seit langer Zeit kommt als Ersatz für frische Kuhmilch „kondensierte“ Milch in den Handel, welche durch Eindicken frischer Milch, mit oder ohne Zuckerzusatz, hergestellt wird. Verfasser geben eine Tabelle über die Zusammensetzungen von 6 Proben „kondensierter“ Milch. Aus derselben ist „ersichtlich, daß der Verbraucher bei der Verwendung kondensierter Milch einen unverhältnismäßig hohen Preis für die trinkfertige Milch anlegt“. Die „kondensierte“ Milch ist nicht nur gegenüber frischer Kuhmilch durch Erzeuger- und Zwischenhändlergewinn, Fabrikations-, Verpackungs- und sonstige Unkosten verteuert, sondern durch den erheblichen Zuckerzusatz auch verschlechtert worden. Die trinkfertige Milch enthält noch gegen 13 % Rohrzucker.

Trockenmilchpulver ist ein für frische Kuhmilch recht brauchbares Ersatzmittel. Eine Tabelle, 8 solche Produkte umfassend, enthält die Resultate der chemischen Untersuchung. Sechs derselben sind, wie gewöhnlich üblich, ohne Zuckerzusatz hergestellt. „Schlagsahne-Ersatz“ erwies sich als ein Gemisch von 73 % Rohrzucker und 27 % Trockeneiweiß.

Ersatzmittel für Honig und Marmeladen. „Kunst-honige“ sind brauchbar für Bienenhonig, stofflich diesem gleich, im Genußwert ihm nachstehend. Sie bestehen aus Invertzucker, Wasser, Honigaroma und Farbstoff; manchmal mit Naturhonig verschnitten. Verfasser bringen die Analysenergebnisse zweier solcher Erzeugnisse. „Zwei Kunsthonigpulver“ enthielten 95, beziehungsweise 90 % Zucker, 3, beziehungsweise 8 % Weinsäure, geringe Mengen Stärke, Farbstoff und Aromastoffe. „Brotaufstriche“ als Ersatzmittel für Marmeladen waren Invertzuckererzeugnisse wie Kunst-honig, nicht mit Honigaroma, sondern mit jenem bestimmten Fruchtarten. Daher die Bezeichnung „Himbeerperle“ und „Erdbeerperle“.

Kakao und Kaffee. „Schalenhaltiger Kakao“ wurde nicht nur in Form des üblichen Kakaopulvers, sondern auch vielfach in Kakao-Zucker-Gemischen und Kakao-Zucker-Milchpulver-Gemischen, wie sie besonders die sogenannte Liebesgabenindustrie bevorzugt, ange-troffen.“ Zur Untersuchung gelangte „Milfixkakao“. „feinster Vollmilchkakao mit Zucker“ ein ganz minderwertiges Erzeugnis. „Lebona-Milch-Kakao mit Zucker“ und „Mi-Ka-Zu-Würfel“, welches reinen Kakao im Gegensatz zu den anderen Erzeugnissen enthielt. Ein Kaffee-Ersatzmittel bestand aus zerkleinerten und gerösteten Trockenkartoffeln.

Von zwei *Suppenpulvern* bestand das eine aus Maisgrieß, Kartoffelmehl, Vollmilchpulver und Rohrzucker, das andere aus Maisgrieß, Fleischextrakt, Kochsalz und etwas Fett.

Ersatzmittel und Surrogate für Seifen und andere Gebrauchsgegenstände. „Weiche, weiße Faßseife“ war Natronseifenleim, welcher nur 12,3 % Fettsäuren enthielt. Der geforderte Preis war unverhältnismäßig höher als derjenige für normale Faßseife. „Schmierseife-Ersatz Wäscheweiß“ enthielt 48,6 % wasserfreie Soda und 27,5 % Fettsäuren. Das Pulver sollte nach der Gebrauchsanweisung mit der zehnfachen Menge Wasser verwendet werden, wodurch ein so dünner Seifenleim resultiert, daß derselbe nur 2,5 % Fettsäure und 4,2 % wasserfreie Soda enthält, daher nicht als Ersatz für Schmierseife gelten kann. „Salocin“, welches als Reinigungsmittel mit großer Anpreisung ausgebaut wurde, war nichts anderes als eine wässrige Suspension von wenig Natronseife in viel Wasser (4,6 % Fettsäuren in Form von Seife). Die seifenfreien Waschlupfer

„Be. We“ und „Stern“ enthielten $\left\{ \begin{smallmatrix} 40 \\ 45 \end{smallmatrix} \right\}$ Ammoniaksoda, $\left\{ \begin{smallmatrix} 34 \\ 30 \end{smallmatrix} \right\}$ Ton, $\left\{ \begin{smallmatrix} 5 \\ 6 \end{smallmatrix} \right\}$ Pottasche, $\left\{ \begin{smallmatrix} 6 \\ 6 \end{smallmatrix} \right\}$ % Salmiak, der Rest bestand aus Wasser. „Fußbodenöl“ sah wohl ölig aus, war aber Chlormagnesium-Chlorcalciumlauge. Zum „Ölen“ von Fußböden eignet sich diese Lösung nicht und ihre regelmäßige Anwendung in Innenräumen dürfte eine dauernde Feuchtigkeit der Fußböden zur Folge haben. (Mitteilungen aus der chemischen Abteilung des Medizinalkollegiums der Stadt Berlin. Öffentliche Gesundheitspflege, 1. Jahrg., 1916, Heft 7, 8.) W.

Die Bemühungen, die Weinbergschädlinge mit Hilfe biologischer Faktoren zu bekämpfen, sind bei uns viel weiter gediehen, als in anderen weinbautreibenden Ländern. Nachdem Schwangart schon im Jahre 1908 in dem Zuhäufeln der Reben ein Mittel gefunden hatte, das unter gewissen Bedingungen in geeigneten Gegenden eine Verminderung der Traubenwicklerkalamität herbeiführt, hat er in der letzten Zeit einen neuen Weg gewiesen, der die Aussicht eröffnet, daß gleichzeitig mit dem Traubenwickler auch der Springwurm eingeschränkt wird. (Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 13. Jahrg.) Seit das Traubenwicklerproblem studiert wurde, blieb die Frage offen, welche Umstände die Ausbreitung des Schädlings begünstigten und das wirksame Auftreten seiner Feinde verhinderten. Als Grundlage für alle Untersuchungen war zunächst die genaue Aufnahme des Parasitenbestandes der Traubenwickler notwendig. Vor etwa 10 Jahren kannte man nur ungefähr 10 Schlupfwespenarten. Schwangart erhöhte diese geringe Zahl auf über 30, wobei er allerdings auch auswärtiges Material berücksichtigte. Nur wenige von diesen Arten wurden in größerer Individuenzahl gefunden. Auffallend war der große Parasitenbefall in den Zuchten aus Südtirol. Während bei uns die Nützlinge kaum Bedeutung haben, beherbergten dort unter besonderen Bedingungen 40 % der Raupen Schlupfwespen. Die Zuchten lieferten noch einen weiteren bemerkenswerten Befund. Nur eine einzige Schlupfwespenart (*Agrypon flaveolatum*) verließ die Puppenhülle zu gleicher Zeit, als sich im Freien die ersten Traubenwicklerräupchen zeigten. Sie hat daher Gelegenheit, diese sofort zu befallen, und damit stimmt überein, daß sie auch die bei uns häufiger vorkommende Schlupfwespe ist. Die anderen Schlupfwespen aber erschienen schon viel früher vor dem Auftreten der Wicklerräupchen. Der Unterschied betrug sogar bis zu vier Wochen. Dadurch wird verhindert, daß die erste Generation der Schlupfwespen die Traubenwickler befällt und zu einer wirksamen Dezimierung beiträgt. Um nicht zugrunde zu gehen, ist sie vielmehr auf andere Raupen, auf Zwischenwirte angewiesen, die wahrscheinlich nicht auf dem Rebstock, sondern auf anderen Pflanzen leben.

Als Zwischenwirte schienen die Gespinstmotten, Hyponomeutinae, besonders geeignet, von denen *Hyponomeuta malinella* Z. auf Apfelbäumen, *Hyponomeuta padella* L. an Steinobstgewächsen und *Hyponomeuta cognatella* Hb. am Pfaffenhütchen (*Evonymus europaeus*) lebt. Die Raupen dieser drei Arten findet man in Gespinsten an den Astgipfeln ihrer Nährpflanzen gesellig beieinander.

Die starke Vermehrung der Motten könnte den Gedanken nahelegen, daß sie regelmäßig besonderen Schaden anrichten würden. Sie haben aber mehr als

andere Insekten unter Parasiten zu leiden, und zwar sowohl unter Schlupfwespen wie unter Raupenfliegen (Tachinen). Dieser Umstand gestaltete sich für die Versuche besonders günstig, um so mehr, als die Parasiten, die bisher von den drei Gespinstmotten bekannt sind, sich gegenseitig vertreten können. In den Zuchten 1911, 1912 und 1913 lieferten das Ergebnis, daß *Hyponomeuta cognatella* tatsächlich für die erste Generation als Zwischenwirt wenigstens für einige wichtige Traubenwicklerschlupfwespen zu gelten hat.

Das Studium der Gespinstmotten lohnte sich noch nach anderer Richtung in überraschender Weise. In die Zeit der Schlupfwespenzuchten fiel der Höhepunkt einer Springwurmwicklerkalamität, die in den Jahren 1901—1911 bestimmte Gegenden des Pfälzer Weinbaugebietes heimsuchte. Die Übervermehrung wurde durch die Springwurmwicklerparasiten beseitigt. Es waren aber 10 Jahre nötig, bis der Schädling unterdrückt wurde. Der Grund dafür liegt aller Wahrscheinlichkeit nach in der Lebensweise des Wickers und seiner Raupenfliegen. Mitte oder Ende August legt der Schmetterling seine Eier ab. Nach 10—14 Tagen schlüpfen die jungen Räupchen aus und verkriechen sich unter der Borke des Rebstockes oder in den Spalten der Pfähle, wo sie in einem leichten Gespinst überwintern. Erst Anfang oder Mitte Mai des folgenden Jahres verlassen sie ihre Schutzhülle und gehen an die jungen Rebenknospen. Die Raupenzeit dauert bis Ende Juni oder Anfang Juli und wird durch die Verpuppung beendet, die nach etwa zwei Wochen die Wickler liefert.

Aus den Puppen der Wickler wurden vor allem drei wirksame Raupenfliegen gezogen. Es ist nicht anzunehmen, daß diese vom Juli des einen bis zum Mai des nächsten Jahres warten, um etwa erst nach ihrer Überwinterung den Springwurmwickler zu parasitieren. Die Zwischenwirte für eine oder sogar mehrere der Herbstgenerationen der Tachinen fehlen in den reinen Rebkulturen, denn nur so ist die lange Dauer der Springwurmkalamität verständlich. Zwar sind ohne sie auch jetzt schon die Tachinen wirksam, aber ihre Wirkung würde durch Zwischenwirte noch gesteigert werden und einen rascheren Erfolg herbeiführen. Schwangart stellt für jede der drei wichtigsten Springwurmtachinen (*Prosopodes fugax*, *Nemorilla maculosa* und *Gymnosporea pilipennis*) eine Tabelle auf, in der festgestellt wird, aus welchen Wirten sie bisher gezogen wurde, zu welcher Zeit und an welchen Nährpflanzen diese leben. Die Tabelle zeigt, daß bei allen dreien gesonderte Spätjahrgenerationen vorkommen. Allerdings müssen die hier mitgeteilten Befunde noch durch eingehende Untersuchungen gestützt werden, insbesondere ist zahlenmäßig festzustellen, welche Tachine am meisten den Springwurm niederhält, und wie sich die Generationsverhältnisse der Tachinen im einzelnen gestalten. So viel aber darf als gesichert gelten, daß die Springwurmtachinen für die Spätsommergenerationen Zwischenwirte, für die Frühjahrsgenerationen Nebenwirte benötigen.

Zwischenwirt und Nebenwirt für die Springwurmtachinen stellt nun die Gespinstmotte des Pfaffenhütchens dar. Wenigstens ist die häufigste Raupenfliege, *Prosopodes fugax*, sowohl den Gespinstmotten wie dem Springwurmwickler gemeinsam. Ihre erste Generation verbringt sie in Gespinstmotten, ihre zweite im Springwurmwickler. Allerdings ist damit noch kein Wirt für die Spätjahrgeneration gefunden. Darüber müssen weitere Untersuchungen Klarheit bringen.

Ich kann hier nicht im einzelnen auf die äußerst verwickelten Beziehungen zwischen Parasit und Wirt eingehen, wie sie *Schwangart* schildert. So viel dürfte aber klar geworden sein, daß die Gespinstmotten an Apfel, Prunus und Pfaffenhütchen (deren Parasiten sich vertreten können, siehe oben!), ferner der Springwurmwickler, der einbindige und der bekreuzte Traubenwickler, also sechs Kleinschmetterlinge nach der Zeit ihres Auftretens und nach der Art ihrer Parasiten sich als Glieder eines Wirtszklus untereinander ergänzen und daß anderseits stets bestimmte Beziehungen zwischen ihren Nährpflanzen: Prunus, Apfel, Pfaffenhütchen und Weinrebe bestehen. Die Resultate dieser planmäßigen Untersuchungen sind die Grundlage, auf der die ganze biologische Bekämpfung aufgebaut ist, wie sie *Schwangart* weiterhin vorschlägt. Im Weinbaugebiet müßte zunächst eine Durchpflanzung mit Prunus und Apfel vorgenommen werden

und bei Obstbaureinkulturen wäre umgekehrt als Unterkultur Rebe zu empfehlen. Am besten wird es immer sein, Kern- und Steinobst zu vermengen. Wirtschaftliche Rücksichten fordern allerdings bestimmte Einschränkungen, damit die Obstbaumgespinstmotten nicht zu stark überhandnehmen, oder anderseits die Reben nicht durch Beschattung leiden. Daraus ist zu entnehmen, daß die Kulturpflanzen allein die Schädlingsbekämpfung nicht genügend wirksam machen werden. Hier aber tritt das Pfaffenhütchen ein, das überall wild vorkommt und daher keiner Pflege bedarf. Der Strauch hat außerdem nur geringe Höhe, wirft keinen großen Schatten und ist auch weniger Nahrungskonkurrent als die Obstbäume. Seinen Gespinstmotten kann man freie Entwicklung lassen, während die Obstbaumhyponomeuten unter allen Umständen in Schach gehalten werden müssen. St.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg.

Sitzung vom 21. März 1917.

Zunächst sprach Herr *Alfred Wegener* (auf Urlaub aus dem Felde anwesend) über seine Berechnung des am 3. April 1916 in Kurhessen am Nachmittag um 3½ Uhr durch Lichterscheinung und Detonation beobachteten Meteoriten. Seine Berechnungen aus den gesammelten Beobachtungen ergaben einen Hemmungspunkt des Meteoriten mit Erlöschen der Lichterscheinungen in etwa 12 km Höhe über dem Erdboden und bei Fortsetzung der berechneten Bahn einen Einschlagspunkt in der Gegend nördlich von Treysa. Auch die Masse ließ sich als sehr erheblich schätzen, und da bei der Herbstbestellung der Felder nichts gefunden wurde, ein Niedergang im Walde vermuten. Hierauf berichtete der Vorsitzende Herr *F. Richarz* über die Auffindung des Meteoriten. Auf Grund der Beobachtungen und der Berechnungen von Herrn *Alfred Wegener* setzte die Gesellschaft im Januar d. J. einen Preis von 300 M. auf die Ablieferung des Meteoriten aus. Anfang März lief dann die Meldung von einem Förster ein, daß im Rommershausener Wald nordwestlich von Treysa sich eine Grube befände, deren Ursprung nicht erklärbar sei, und die vermutlich die Einschlagstelle des Meteoriten bedeute. In der Tat wurde auf dem Grunde dieser Grube der Meteorit gefunden und ist nunmehr nach Marburg überführt worden. Herr *E. Kayser* sprach in Anknüpfung an diesen Meteoriten, dessen Beschaffenheit er im einzelnen erörterte, über Meteoriten im allgemeinen, unter Demonstration der in der Geologischen Sammlung der Universität vorhandenen Originalstücke und Nachbildungen anderer Meteoriten.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

19. April. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretär: Herr von *Waldeyer-Hartz*.

Herr *Fischer* sprach über die *Synthese der Glucoside*. Er gab eine Übersicht über seine Versuche auf diesem Gebiete mit besonderer Berücksichtigung der in den letzten Jahren erzielten Resultate. Ganz neu ist die Synthese der cyanhaltigen Glucoside vom Typus des Mandelnitrilglucosids, die er gemeinschaftlich mit seinem Assistenten Dr. *Max Bergmann* ausführte. Sie geht über die Tetracetylglucoside-Derivate des Mandelsäureesters, der Mandelamids und Mandelnitrils. Dadurch wird auch die Synthese des Amygdalins und ähnlicher Stoffe ermöglicht.

26. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretär: Herr von *Waldeyer-Hartz*.

1. Herr von *Waldeyer-Hartz* sprach über die *Entwicklung des Hinterhauptsbeins*. Die neueren Mitteilungen über die Entwicklung des Hinterhauptsbeins werden besprochen und durch eine Reihe vorgelegter Präparate erläutert. Der Zusammenhang der als *Os Incae* bezeichneten Bildung der Menschen mit dem Interparietale der Tiere erscheint hinreichend begründet.

2. Herr *Frobenius* legte eine Arbeit von Herrn Prof. Dr. *Issai Schur* in Berlin vor: *Ein Beitrag zur additiven Zahlentheorie und zur Theorie der Kettenbrüche*. (Ersch. später.) In dieser Arbeit wird ein neuer Satz über die additive Zusammensetzung der ganzen Zahlen bewiesen, mit Hilfe dessen die Eigenschaften eines bemerkenswerten speziellen Kettenbruchs untersucht werden. Es wird insbesondere gezeigt, daß dieser Kettenbruch zur Theorie der Thetafunktionen in Beziehung steht.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

26. April. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Hofrat *F. Exner* legt eine Abhandlung von Dr. *K. W. F. Kohrausch* vor, mit dem Titel: „*Die Absorption der γ -Strahlen von Radium*. I. Teil (Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung. Nr. 97)“. 1. Die Form der Absorptionskurve eines parallelen Ra- γ -Bündels hängt insofern von der Meßanordnung ab, als: a) die Absorption nicht einfach exponentiell erfolgt, wenn die im Absorber entstehende harte Sekundärstrahlung nicht in das Ionisationsgefäß gelangt; b) die Absorption, abgesehen von Anfangsabweichungen, einfach exponentiell erfolgt, wenn die harte Sekundärstrahlung mitgemessen wird. — 2. Die nach a) erhaltenen Kurven lassen sich graphisch in zwei (eventuell drei) Komponenten zerlegen; die Resultate dieser Zerlegungen erklären qualitativ und quantitativ sowohl die beobachteten Härtingserscheinungen als den Verlauf der nach Methode b) erhaltenen Pseudoabsorptionskurven.

Das k. M. Prof. *K. Heider* übersendet eine Abhandlung von Frau Dr. *Fanny Moser* (Berlin): „*Die Siphonophoren der Adria und ihre Beziehungen zu denen des Weltmeeres*.“ Unsere Kenntnisse der Mittelmeerfauna sind trotz der ungewöhnlich günstigen Untersuchungs-

bedingungen auch heute noch merkwürdig dürftig. Aus der Adria, und zwar ausschließlich aus dem Triester Golf, waren bisher nur 7 Siphonophorenarten bekannt. Für die vorliegenden Untersuchungen standen der Verfasserin außer der Ausbeute der „Virchow-Fahrten“ einige Stichproben des „Najade“-Materiales (aus den Jahren 1912 und 1913) zur Verfügung. Zu den 7 schon bekannten Arten, die bis auf 3 wiedergefunden wurden, kommen 13 weitere Arten hinzu, nebst losen Glocken einer 14. nicht näher bestimmten Art und einer recht merkwürdigen, ganz jungen Physophorenlarve, deren Zugehörigkeit einstweilen ebenfalls problematisch ist; sie dürfte einer neuen Art angehören und wurde bei Ragusa von R. Burckhardt gefischt. Alle anderen gehören auch außerhalb des Mittelmeeres weit verbreiteten Arten an. *Hippopodius pentacanthus* ist eine ausgesprochene Tiefseeform, kommt aber auch gelegentlich an die Oberfläche. Die mediterranen Siphonophoren sind von denen des Atlantischen Ozeans nicht verschieden, die Straße von Gibraltar bildet jedenfalls für Siphonophoren (auch solche der Tiefsee) keine unübererschreitbare Schranke. Nicht nur horizontaler und vertikaler Richtung ist eine scharfe Sonderung in Kaltwasser- und Warmwasserformen einerseits, in Oberflächen- und Tiefseeformen andererseits somit nicht möglich, vielmehr findet ständig eine mehr oder weniger starke Durchmischung statt, wenigstens soweit die Temperaturunterschiede keine sehr plötzlichen und allzu schroffen sind. In der Nordadria und der Ostküste entlang dürften nur wenige, vielleicht gar nur zwei Arten heimisch sein, die Südadria steht an Artenreichtum wohl nicht mehr sehr weit hinter dem nördlichen romanischen Mittelmeer zurück. Noch wenig erforscht ist der Einfluß der Jahreszeiten auf das Auftreten der Siphonophoren, worüber nur die Station in Villefranche von 1899 bis 1913 ohne Unterbrechung Protokolle führte, die nun veröffentlicht werden. Nach ihnen sind die Monate Juni bis November arm an Siphonophoren. Juli und August sind in Villefranche sowohl wie in Neapel und Triest die planktonärmsten Monate. Im speziellen Teil der Arbeit wird eine Zusammenstellung der adriatischen Siphonophoren mit kurzen Diagnosen der einzelnen Arten gegeben.

Das w. M. Hofrat A. Weichselbaum legt eine Abhandlung vor mit dem Titel: „Trypanosomiasis der Kamele in Palästina“, von Prof. Dr. Cheireddin, Dr. E. Goldberg und Prof. Dr. Neschat Omer. Die genannten Autoren hatten während einer Seuche in einem Kamelbataillon in Jericho ätiologische Untersuchungen angestellt; als Erreger dieser Seuche fanden sie im Blute der Tiere Trypanosomen, die sie morphologisch und kulturell genauer untersuchten, und mit denen sie auch Übertragungsversuche auf verschiedene Tierrassen ausführten. Sie kommen zu dem Schlusse, daß diese Seuche in die große Gruppe der als Surra bezeichneten Trypanosen gehören dürfte.

Das w. M. R. Wegscheider überreicht eine Arbeit aus dem Laboratorium für allgemeine Chemie an der k. k. Technischen Hochschule Graz: „Über Siedepunktbestimmung im Kapillarröhrchen“, von F. Emich. Man beschickt eine Glaskapillare, die annähernd die Abmessungen eines Schmelzpunktsröhrchens besitzt, mit dem Flüssigkeitströpfchen derart, daß sich im untersten Teil des Röhrchens ein winziges Gasbläschen befindet; dieses gibt beim Siedepunkt Anlaß zur Bildung einer Dampfblase.

Das w. M. R. Wegscheider legt ferner folgende Abhandlung aus dem Laboratorium für organische Chemie an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag vor: „Die Valenzen des Stickstoffes“ von F. Wenzel. Der Satz von der Gleichwertigkeit von vier Valenzen in bezug auf die fünfte beruht auf einem Trugschluß. Bewiesen ist eine paarweise Gleichheit von je zweien der vier Valenzen gegenüber der fünften. Man kann sich

das Stickstoffatom aus zwei Teilen (Kernen) zusammengesetzt denken. Diese Hypothese läßt Stickstoff-Isomerie schon bei den Aminen voraussehen. In der Tat konnte die Existenz von N-isomeren Dialkylaminen und Trialkylaminen festgestellt werden. Die Stickstoffvalenzen zerfallen in zwei Gruppen von untereinander gleichen Valenzen, von denen die eine Gruppe zwei Valenzen umfaßt, die andere drei.

Dr. Robert Dietz in Wien überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Beziehung zwischen Druckgefälle und Wind in Wien.“ Sowohl der Ablenkungswinkel des Windes als das Verhältnis der Windgeschwindigkeit zum Druckgefälle ist in Wien wesentlich von der Richtung des Druckgefälles abhängig. Die Abweichungen vom normalen Verhalten sind teilweise im Sinne der Guilbertschen Regeln zu deuten, übernormaler Wind deutet auf bevorstehendes Steigen, unternormaler auf bevorstehendes Fallen des Luftdruckes.

3. Mai. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das k. M. Prof. J. Herzig übersendet eine Arbeit aus dem chemischen Laboratorium der k. k. deutschen Universität Prag von Dr. Alfred Eckert und Sophie Loria: „Über zwei neue Basen aus dem Steinkohlenteer.“ Aus der Fraktion 170 bis 195° des Hochpyridins wurden neben den schon bekannten Bestandteilen $\alpha\beta$ -Trimethylpyridin, identisch mit einer von Guareschi synthetisch dargestellten Base, und $\alpha\alpha'\beta$ -Trimethylpyridin isoliert. Außerdem sind die noch unbekannten neutralen Trimethylester der symmetrischen Pyridintricarbonsäure und der Carbocinchomeronsäure erhalten und beschrieben worden.

Prof. M. Bamberger übersendet eine mit H. v. Klimburg ausgeführte Arbeit, betitelt: „Zur Kenntnis der Überwallungsharze“, IX. Abhandlung. Im Überwallungsharz der Zirbe wurden: Kaffeesäure, Ferulasäure und Vanillin nachgewiesen. In der Kalischmelze wurde Essigsäure, Paraoxybenzoesäure, Protokatechusäure und Brenzkatechin gefunden. Bei der Zinkstaubdestillation des Lariciresinols konnten Toluol, Nylol, Phenole, Naphthalin und Methyl-naphthalin isoliert werden.

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

30. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Herr Bjerknæs trägt vor Über ein prognostisches Prinzip der dynamischen Meteorologie. Er zeigt, wie man aus den hydrodynamischen Gleichungen einen einfachen Satz ableiten kann, mit dessen Hilfe es unter gewissen Voraussetzungen möglich sein sollte, die Fortpflanzungsrichtung und Fortpflanzungsgeschwindigkeit atmosphärischer Störungen zu bestimmen.

Herr Sekretär Hölder legt folgende Arbeiten vor: a) von H. Dember und M. Uebe, Über die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes. — b) von denselben Verfassern, Über die spektrale Polarisation des diffusen Sonnenlichts in der Erdatmosphäre. 1. Teil. Beobachtungen neutraler Punkte. 4. Bericht über die Ergebnisse der auf Teneriffa ausgeführten Arbeiten. — c) von Wilhelm Blaschko (Königsberg), Über affine Geometrie. V. Kennzeichnende Eigenschaften des Ellipsoids. — d) von dem nämlichen Verfasser, Über affine Geometrie. VI. Existenzbeweis zur isoperimetrischen Eigenschaft des Ellipsoids. — e) von Johann Radom (Wien), Über die Bestimmung von Funktionen durch ihre Integralwerte längs gewisser Mannigfaltigkeiten. — Herr Wiener berichtet Über Elektrizitätsleitung im extremen Vakuum von Prof. Lilienfeld. Sämtliche 7 Abhandlungen sind für die Berichte angenommen worden.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 23.

8. Juni 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Der Streit um das Elektron. Von *Prof. Dr. Walter König, Gießen*. S. 373.

Die Pliozänfauna Ostafrikas. Von *Prof. Dr. Th. Arldt, Radeberg*. S. 380.

Besprechungen:

Föppl, A., Vorlesungen über technische Mechanik. Von *L. Hopf, Aachen*. S. 383.

Wolff, H., Karte und Kroki. Autoreferat. S. 383.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Mesopotamien. S. 383.

Ornithologische Mitteilungen:

Neue Vogelschutzstätte an der Ostseeküste. Uebertragung von Blütenstaub. Schwanengesang der Vögel. S. 385—386.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Einige Mitteilungen über den gegenwärtigen Stand des englischen Militärflugwesens. Mittel und Wege zur Pilzkenntnis. Kulturverfahren zur Vermehrung der Getreideerzeugung. Bestätigung des Relativitätsprinzips. S. 386—388.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die Freiheit der Meere und der künftige Friedensschluß

Von

Dr. Heinrich Triepel

Geh. Justizrat, o. ö. Professor der Rechte an der Universität Berlin

Preis M. 1.20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik

Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie

Von

Moritz Schlick

Preis M. 2.40

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

Von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort von

Albert Einstein

Preis M. 2.40

Vor kurzem erschien:

Angewandte Elektrizitätslehre

Ein Leitfaden für das elektrische und elektrotechnische Praktikum

Von

Prof. Dr. Paul Eversheim

Privatdozent für angewandte Physik an der Universität Bonn

Mit 215 Textfiguren — Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 9.—

Vor kurzem erschien:

Verluste im Dielektrikum

Von

Dr.-Ing. Max Grünberg

Mit 23 Textfiguren — Preis M. 1.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

8. Juni 1917.

Heft 23.

Der Streit um das Elektron.

Von Prof. Dr. Walter König, Gießen.

Seit acht Jahren laufen zwei Reihen großer Experimentaluntersuchungen nebeneinander her, die dasselbe Problem nahezu gleichzeitig und unabhängig voneinander nach der gleichen Beobachtungsmethode in Angriff genommen haben und die physikalische Welt dauernd in Spannung erhalten durch den scharfen Gegensatz, in dem sie in bezug auf die Deutung ihrer Versuchsergebnisse zueinander stehen. Die eine dieser Reihen wird in Amerika von *Millikan* und seinen Schülern in Chicago durchgeführt, die andere von *Ehrenhaft* und seinen Schülern in Wien mit Unterstützung der Wiener Akademie. Das Interesse an diesen Untersuchungen aber ist das denkbar größte; denn es handelt sich um eines der Grundprobleme der modernen Elektrizitätslehre, um die Frage nach der atomistischen Struktur der Elektrizität und nach der Größe der Ladung, die man dem elektrischen Atom, dem Elektron, zuschreiben hat. Die Arbeiten der ersten Gruppe sind in der *Physical Review*, gelegentlich auch im *Philosophical Magazine*, und die wichtigeren von ihnen in deutscher Übersetzung in der *Physikalischen Zeitschrift* erschienen. Die Arbeiten der andern Gruppe finden sich vor allem in den Berichten der Wiener Akademie, in kürzerer Form auch in der *Physikalischen Zeitschrift*. Eine größere und in gewissem Sinne abschließende Arbeit veröffentlichte *Ehrenhaft* 1914 in den *Annalen der Physik*. Nachdem nun kürzlich auch *Millikan* in den *Annalen der Physik* und in der *Physical Review* eine Übersicht von seinem Standpunkt aus gegeben hat, kann man es wohl unternehmen, den Sinn des Streitfalles, seine Entwicklung und seinen gegenwärtigen Stand auf Grund des vorhandenen Materials darzulegen.

1. *Die Vorgeschichte des Problems.* Wir pflegen in Deutschland den Gedanken des atomistischen Baues der Elektrizität auf *Helmholtz* zurückzuführen, der ihn 1881 in seiner Faraday-Vorlesung ausgesprochen hat. Aber es muß zugestanden werden, daß der Gedanke schon 7 Jahre früher von *Johnstone Stoney* auf der Versammlung der British Association in Belfast 1874 entwickelt worden ist, allerdings in einem anderen Zusammenhange als bei *Helmholtz* — nämlich in einem Vortrage über physikalische Natureinheiten¹⁾ — aber

doch in voller Klarheit und sogar schon mit rechnerischer Auswertung der Größe der Elementarladung. Den Ausgangspunkt des ganzen Gedankenganges bildet *Faradays* Gesetz der Elektrolyse. Mit jedem Äquivalent eines beliebigen Ions, das an einer Elektrode abgeschieden wird, geht die gleiche Elektrizitätsmenge an die Elektrode über. Nimmt man den atomistischen Bau der Materie an, so muß an jeder Valenz jedes einzelnen Atoms die gleiche elektrische Ladung haften. Dann erscheint — zunächst wenigstens auf dem Gebiete der elektrolytischen Leiter — die Elektrizität ebenso atomistisch gegliedert wie die Materie. Sie besteht aus lauter kleinsten Teilchen von gleicher Größe, die man Valenzladungen, Elementarquanten oder elektrische Atome genannt hat, und für die derselbe *Stoney*, der den Gedanken zuerst gefaßt hat, in einer späteren Abhandlung (1891) den jetzt üblichen Namen Elektronen geprägt hat. Man kann die Größe des Elektrons aus dem elektrochemischen Äquivalent berechnen, wenn man die Zahl der Atome kennt, die ein Grammäquivalent eines Elektrolyten ausmachen. Denn das elektrochemische Äquivalent (96 540 Coulomb $= 290 \cdot 10^{12}$ elektrostatischen Elektrizitätseinheiten) ist diejenige Elektrizitätsmenge, die zusammen mit einem Grammäquivalent eines Ions, also z. B. mit einem Gramm Wasserstoff an der Elektrode abgeschieden wird. Ist N die Anzahl der Moleküle, die ein Grammolekül eines Stoffes, also z. B. 2 Gramm Wasserstoff, enthält, so ist die Zahl der Atome von 2 Gramm Wasserstoff doppelt so groß, also die Zahl der Atome in 1 Gramm Wasserstoff $= N$, und die Größe des Elektrons e ergibt sich aus der Beziehung, daß $N \cdot e$ gleich dem elektrochemischen Äquivalent sein muß. Die Zahl N ist zuerst von *Loschmidt* auf Grund der Vorstellungen der kinetischen Gastheorie berechnet worden. Mit dieser Zahl hat *Stoney* die erste Berechnung von e zu $0,3 \cdot 10^{-10}$ elektrostatischen Einheiten durchgeführt. Die neueren Ergebnisse der kinetischen Gastheorie würden einen höheren Wert, etwa $4,75 \cdot 10^{-10}$ ergeben.

Diese aus der Elektrolyse geschöpften Anschauungen erfuhren im letzten Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts eine außerordentliche Erweiterung und Vertiefung einerseits durch die neuen Forschungen über die Natur der Kathodenstrahlen, die als freie negative Elektrizitätsquanten erkannt wurden, und anderseits durch die Untersuchungen über die Elektrizitätsleitung in Gasen, die vor allem in England von *J. J. Thomson* und

desselben Jahres vor der Chemischen Gesellschaft in London.

¹⁾ Der Vortrag ist am 16. Februar 1881 noch einmal der Royal Dublin Society vorgelegt und im Mai desselben Jahres auch im *Phil. Mag.* veröffentlicht worden. *Helmholtz* hielt seine Faradayrede am 5. April

seinen Schülern durchgeführt wurden. Nachdem auch hier der konvektive Charakter dieser Elektrizitätsleitung, die Leitung durch Ionenbewegung, festgestellt war, drängte sich naturgemäß die Frage auf, ob auch bei diesen Erscheinungen die elektrischen Ladungen von der Größe des Elementarquantums wären. Diese Frage wurde zuerst durch *Townsend* und *J. J. Thomson* beantwortet. Sie maßen die Gesamtladung, die eine gewisse Ionenmenge mit sich führte, und dividierten sie durch die Zahl der Ionen. Diese aber ermittelten sie in sehr origineller Weise dadurch, daß sie die Ionen als Kondensationskerne einer durch adiabatische Ausdehnung in feuchter Luft erzeugten Nebelbildung benutzten. Aus der Geschwindigkeit, mit der die gebildete Nebelwolke niedersank, konnte die Größe der Nebeltröpfchen berechnet werden nach einer bekannten und viel benutzten Formel von *Stokes*, die die Fallgeschwindigkeit einer Kugel in einer reibenden Flüssigkeit ausdrückt; außerdem aber konnte die Gesamtmenge des kondensierten Wassers aus dem Grade der angewandten Expansion berechnet werden. Diese Menge dividiert durch die Masse des einzelnen Tröpfchens ergab die Zahl der Tropfen und damit die Zahl der Ionen unter der Voraussetzung, daß jeder Tropfen ein Ion als Kern enthält und jedes Ion einen Tropfen gebildet hat. Die nach dieser Methode gewonnenen Zahlen für die mittlere Ionenladung lagen zwischen $6,7$ und $3,4 \cdot 10^{-10}$, also durchaus um den Wert herum, den die Elektrolyse für das Elementarquantum ergeben hatte.

Eine für die weitere Entwicklung unseres Problems wichtige Verbesserung der Methode wurde von *H. A. Wilson* erfunden. Er brachte in dem Nebelgefäß einen elektrischen Kondensator an, dessen Kraftlinien genau vertikal standen, und bemaß den Grad der Expansion so, daß sich der Nebel nur auf den negativen Ionen bildete, entsprechend den Erfahrungen, die *C. T. R. Wilson* bei seinen Untersuchungen über die Nebelbildung auf Ionen gemacht hatte. *H. A. Wilson* beobachtete nun die Geschwindigkeit des Sinkens der Nebelwolke, einmal wenn sie nur unter dem Einfluß der Schwerkraft sank (V_0) und dann, wenn ein elektrisches Feld von meßbarer Stärke \mathcal{E} der Schwere entgegenwirkte (V_1). Diese beiden Beobachtungen ergeben unmittelbar das Verhältnis der Ladung des Tröpfchens e zu seiner Masse m . Denn da die Fallgeschwindigkeit der wirkenden Kraft proportional ist, so ist

$$V_0 = b \cdot m \cdot g \text{ und } V_1 = b(mg - \mathcal{E}e),$$

woraus folgt:

$$e = \frac{V_0 - V_1}{b\mathcal{E}} = \frac{m \cdot g}{\mathcal{E}} \frac{V_0 - V_1}{V_0}.$$

Aus der ersten der obigen Formeln aber läßt sich m berechnen, indem man für b den von *Stokes* angegebenen Wert $1/6 \pi \mu a$ einsetzt, unter a den Tropfenradius, unter μ die Reibungskonstante der Luft verstanden. Also läßt sich aus diesen

beiden Beobachtungen unmittelbar der Wert von e berechnen. *Wilson* fand nach dieser Methode $e = 3,1 \cdot 10^{-10}$. *Millikan* und *Begeman* verbesserten das Verfahren, indem sie den auf der Verdampfung des Tröpfchens beruhenden Fehler nach Möglichkeit herabzusetzen suchten, und fanden $e = 4,06 \cdot 10^{-10}$, und aus den gleichen Beobachtungen berechnete *Millikan* später unter Berücksichtigung genauerer Werte der Temperatur und des Reibungskoeffizienten $e = 4,5 \cdot 10^{-10}$.

2. Die neue Methode der Messung am einzelnen Ion. Die beschriebenen Messungen geben sämtlich den Betrag des Elementarquantums als Mittelwert aus der Gesamtladung einer großen Anzahl von Ionen. Ob dabei jedes einzelne Ion die gleiche Ladung trägt, oder ob der erzielte Wert eben nur der Mittelwert aus vielen sehr ungleichartigen, teils größeren, teils kleineren Werten ist, das läßt sich mit den beschriebenen Methoden nicht entscheiden. Diese Frage unmittelbar in Angriff genommen und ein Verfahren zu ihrer Beantwortung gefunden zu haben, ist der wichtige Fortschritt und das große Verdienst, das in den Arbeiten von *Millikan* und *Ehrenhaft* liegt. Beide sind fast gleichzeitig auf das gleiche Verfahren gekommen, nicht durch Nachdenken oder Suchen, sondern durch gelegentliche Beobachtungen, die sie die Ausführbarkeit dieser neuen Methode empirisch finden ließen, aber beide von ganz verschiedenen Ausgangspunkten aus. *Millikan* hatte, zusammen mit *Begeman*, wie schon erwähnt, die *Wilsonschen* Versuche wiederholt. Er wollte die Methode noch weiter verbessern, indem er das elektrische Feld des Kondensators so weit steigerte, daß elektrische Kraft und Schwerkraft in den Tropfen sich das Gleichgewicht halten und die Wolke schweben sollte. Aber dieser Versuch mißlang. Die Wolke schwebte nicht als Ganzes; sondern ihre Tröpfchen wurden teils nach oben, teils nach unten an die Kondensatorplatten herangerissen und nur einzelne Teilchen blieben schwebend. Aber eben diese einzelnen Teilchen konnte *Millikan* beobachten, konnte sie längere Zeit schwebend erhalten oder nach oben oder unten wandern lassen, je nach der angelegten Kondensatorspannung, und damit war die neue Methode der Individualbeobachtung der einzelnen Teilchen gefunden.

Für *Ehrenhaft* dagegen lag der Ausgangspunkt unmittelbar in der mikroskopischen Beobachtung einzelner in der Luft schwebenden Teilchen. Er hatte nämlich 1907 eine schöne Untersuchung über die Brownsche Bewegung in Gasen mit Hilfe des Ultramikroskopes durchgeführt. Er beobachtete dabei Metallteilchen, die er aus einem zwischen Metallelektroden brennenden Lichtbogen in die Kammer des Ultramikroskopes hineinsaugte. Als dann im folgenden Jahre *de Broglie* bei Untersuchungen der gleichen Art an Tabakrauch mit Hilfe eines elektrischen Feldes den Nachweis führte, daß die Teilchen Ladungen trügen, führte auch *Ehrenhaft* in seine Rauchkammer einen klei-

nen Kondensator ein, und zwar zunächst mit horizontal gerichteten Kraftlinien, und beobachtete nun in seiner ersten auf das Elementarquantum bezüglichen Arbeit die Bewegung seiner Teilchen unter dem Einfluß des elektrischen Feldes einerseits und der Schwerkraft anderseits. Allerdings hat *Ehrenhaft* in dieser 1909 erschienenen Arbeit das Prinzip der Individualbeobachtung insofern noch nicht vollkommen durchgeführt, als er die beiden Beobachtungen zwar an einzelnen Teilchen, aber nicht an denselben Teilchen anstellte. Er maß vielmehr zunächst die elektrische Beweglichkeit an einer großen Anzahl von Teilchen und bildete den Mittelwert dieser Zahlen, und dann die Fallgeschwindigkeit an einer anderen großen Zahl von Teilchen, bildete auch hier den Mittelwert und berechnete aus der Verbindung beider Mittelwerte die mittlere Ladung der Teilchen. Er fand sie für seine Silber- und Zinkteilchen zwischen $4,5$ und $4,7 \cdot 10^{-10}$, also in guter Übereinstimmung mit den sonstigen Werten des Elementarquantums. Aber dieser Wert war auch nur ein Mittelwert, und noch nicht der Wert einer Einzelladung. Auf die Messung dieser ist *Ehrenhaft* erst in einer zweiten, 1910 erschienenen Arbeit übergegangen, und da er in dieser Arbeit die erste Arbeit von *Millikan* bereits erwähnt, so erscheint es zweifelhaft, ob er das Prinzip der Messung der Einzelladungen selbständig gefunden hat, oder ob er durch *Millikans* Mitteilungen darauf geführt worden ist. Zeitlich wird man *Millikan* den Vorrang nicht streitig machen können. Aber die Frage nach der Priorität beeinträchtigt nicht die Bedeutung, die den Arbeiten *Ehrenhafts* neben denen *Millikans* zukommt. Auch ist es auf alle Fälle von Interesse, zu sehen, wie die Arbeiten *Ehrenhafts* von ganz anderem Ausgangspunkte aus in ganz logischer Entwicklung in die gleichen Bahnen hineinführen, die *Millikan* vorgezeichnet hatte, und wie anderseits gerade die Verschiedenheit der Ausgangspunkte schließlich die Ursache des Widerstreites der Meinungen zwischen den beiden Forschern wird.

3. Die Arbeiten von *Millikan*. Ich will zunächst die Reihe der *Millikanschen* Arbeiten für sich besprechen. Sie sind ganz vorzügliche Experimentaluntersuchungen, geradezu vorbildlich in dem rastlosen, zielbewußten Bemühen, die Methode zu vervollkommen und ihre Ergebnisse sicherzustellen. In seiner ersten Untersuchung arbeitete *Millikan* nach dem Muster der Untersuchungen, von denen er ausgegangen war, mit Nebeltropfchen. Aus der Fallgeschwindigkeit des Tropfens im Erdfelde und aus der elektrischen Feldstärke, die ihn zum Schweben bringt, berechnet er die Ladung des Tropfens. Er findet sehr verschiedene Ladungen an verschiedenen Tropfen. Aber sie haben nicht beliebige Werte, sondern zeigen ganz bestimmte Differenzen gegeneinander und lassen sich alle als ganze Vielfache einer Grundzahl darstellen. Mit welcher Genauigkeit das möglich ist, mögen folgende Zahlen zeigen.

Millikan fand bei 6 Reihen von Beobachtungen an Einzeltropfen folgende Ladungen:

$$\begin{array}{lll} 13,77 & 18,25 & 9,284 \cdot 10^{-10} \\ = 3 \times 4,59 & 4 \times 4,56 & 2 \times 4,64 \cdot 10^{-10} \\ 24,14 & 9,742 & 28,16 \cdot 10^{-10} \\ = 5 \times 4,83 & 2 \times 4,87 & 6 \times 4,69 \cdot 10^{-10} \end{array}$$

Der Mittelwert dieser Grundzahl, $4,65 \cdot 10^{-10}$ entspricht recht gut den auf anderen Wegen ermittelten Werten der Elementarladung.

Aber diese Wassertröpfchen haben die störende Eigenschaft, im Laufe der Beobachtung durch Verdunstung immer kleiner zu werden. Man sieht sie in einem konstanten Feld von passender Stärke anfangs sinken, dann schweben, schließlich steigen. Daher ersetzte *Millikan* in der nächsten Arbeit (von 1910) das Wasser durch nicht flüchtige Flüssigkeiten, Öl, Quecksilber, Glycerin. In dem oberen Teil eines zylindrischen Gefäßes, in dessen unterem Teil der Kondensator aufgestellt ist, wird die Flüssigkeit mit Hilfe eines Zerstäubers in feine Tröpfchen zerstäubt. Durch eine Öffnung in der oberen Kondensatorplatte gelangt ein einzelnes Tröpfchen zwischen die Platten. Die Öffnung wird geschlossen; das Tröpfchen wird durch passend angelegte Potentialdifferenzen zwischen den Platten auf- und abbewegt und seine Durchgangszeiten durch bestimmte Marken im Beobachtungsfernrohr werden gemessen. Jetzt gelingt es, einen einzelnen Tropfen stundenlang, bis zu $4\frac{1}{2}$ Stunden, zu beobachten. Mit dieser verfeinerten Methode führt *Millikan* den Nachweis der atomistischen Struktur der Elektrizität in dreifacher Form. Erstens besitzen die Tropfen eine Anfangsladung, die von der Reibung beim Zerstäuben herührt. Zweitens ändern sich ihre Ladungen, wenn die Luft, in der sie schweben, ionisiert wird, indem sie Ionen auffangen. Drittens können sie durch Bestrahlung mit Röntgenstrahlen veranlaßt werden, negative Ladungen abzugeben. In allen drei Fällen ergeben die Messungen *Millikans*, daß die Ladungen niemals willkürliche Werte, sondern stets ganze Vielfache einer und derselben Grundladung sind, und daß alle Ladungsänderungen durch Ionenfang oder Elektronenabspaltung sich stets in Sprüngen von dem Betrag dieser Grundladung (gelegentlich auch mehrerer Grundladungen) vollziehen. Aber bei der Berechnung des Betrages dieser Grundladung e aus den Beobachtungen an vielen Tropfen von verschiedener Größe ergibt sich eine Abhängigkeit des Wertes von e von der Tropfengröße; für kleine Tropfen wächst e stark an. Diese Tatsache erklärt sich durch den Umstand, daß das Stokes'sche Gesetz für den Reibungswiderstand in seiner einfachen Form nicht mehr gültig ist, wenn der Durchmesser des Tröpfchens von der Größenordnung der mittleren Weglänge der Gasmoleküle ist. *Millikan* verbessert die Stokes'sche Formel durch Hinzufügung eines Korrektionsgliedes, das in seiner Form einer von *Cunningham* vorgeschlagenen Abänderung des Stokes'schen Gesetzes entspricht.

dessen Konstante er aber empirisch aus seinen Beobachtungen bestimmt. Mit dieser Verbesserung berechnet er nun den Endwert von e aus den Messungen dieser zweiten Arbeit zu $4,891 \cdot 10^{-10}$. Der neue Wert ist nicht unbeträchtlich größer als der ältere. *Millikan* ist geneigt, den Unterschied auf Fehler der älteren Versuche, und zwar auf die Unsicherheit des Zustandes in der Nebelkammer, zurückzuführen. Aber er sieht sich durch diese Nichtübereinstimmung der Endwerte der beiden Messungsreihen zu einer kritischen Beurteilung des ganzen Verfahrens veranlaßt, die ihn zu einer Neubestimmung aller in der Formel vorkommenden Größen, zu neuen Verbesserungen der Apparatur und zu einer weiteren Variation der Versuchsbedingungen führt. Die neuen Ergebnisse werden in einer dritten großen Arbeit 1913 veröffentlicht. Hier ist vor allem die Reibungskonstante der Luft nach 5 verschiedenen Methoden neu bestimmt worden. Ferner ist das optische System zur Beobachtung der Tropfen wesentlich verbessert; zur Vermeidung von Konvektionsströmen zwischen den Kondensatorplatten ist der Apparat von einem Wasserbad umgeben, und endlich ist er so umgestaltet, daß die Versuche bei beliebigen Gasdrücken ausgeführt werden können. Er beobachtet 58 Tropfen, bei denen der Radius von $4,69 \cdot 10^{-5}$ bis $58,56 \cdot 10^{-5}$ cm, die Ladung von $1 e$ bis $136 e$, der Gasdruck von 4,46 bis 76,27 cm Quecksilber variiert, und zieht aus der Vergleichung dieser Beobachtungen einige wichtige Schlüsse: daß der Reibungswiderstand durch die Ladung der Tröpfchen nicht verändert wird, daß die Öltropfen sich wie feste Kugeln verhalten und ihre Dichtigkeit von der des Öls im ganzen nicht verschieden ist. Nach all diesen Feststellungen und nachdem sich die atomistische Struktur der Ladungen wieder wie bei den früheren Untersuchungen ergeben hat, berechnet er den Wert der Elementarladung schließlich im Mittel dieser neuesten Messungen zu $4,774 \cdot 10^{-10}$. Die letzte, 1916 erschienene Arbeit bringt lediglich eine Bestätigung dieses Ergebnisses durch weitere Messungen an Quecksilbertropfen in Luft und an Öltropfen in Luft und in Wasserstoff, bei denen er mit dem Tropfenradius bis auf $2,5 \cdot 10^{-5}$ cm heruntergeht.

Man muß zugeben, daß die Aufgabe, die sich *Millikan* gestellt hatte, die atomistische Struktur der Elektrizität nachzuweisen, in diesen Arbeiten glänzend gelöst ist. Alle Ladungen, die er gemessen hat, erscheinen als Vielfache einer Elementarladung, als zusammengesetzt aus elektrischen Atomen oder Elektronen von durchaus gleicher Größe, die rund zu $4,8 \cdot 10^{-10}$ elektrostatischen Einheiten anzunehmen ist.

4. *Die Arbeiten von Ehrenhaft*. Ganz anders lautet das Ergebnis bei *Ehrenhaft*. Mit nicht minderer Entschiedenheit und mit nicht geringerem Aufwand an Beobachtungsmaterial sucht er in vollem Gegensatz zu *Millikan* zu beweisen, daß die elektrischen Ladungen keineswegs an die angegebene untere Grenze gebunden seien, sondern

daß sich wesentlich kleinere Ladungen nachweisen lassen. Man hat solche Ladungen dann als *Subelektronen* bezeichnet. Gleich in der ersten Arbeit, in der er sich mit der Messung von Einzeladungen beschäftigt (der zweiten von den oben erwähnten Arbeiten, die er 1910 veröffentlichte und über die er auf dem Naturforschertag in Königsberg berichtete), stellte er diese Behauptung auf. Entsprechend dem Ausgangspunkte seiner Untersuchungen beobachtete er wieder mit dem Ultramikroskop kleine Metallteilchen, die aus einem zwischen Elektroden aus dem betreffenden Metall brennenden Lichtbogen in die Beobachtungskammer hineingesaugt wurden. In dieser Kammer war jetzt nach dem Muster von *Wilson* ein kleiner Kondensator mit vertikal gerichteten Kraftlinien angebracht, und er maß einerseits die Fallzeit eines Teilchens im Schwerfeld und andererseits die Hebezeit desselben Teilchens durch dieselbe Strecke in einem der Schwere entgegengewirkenden elektrischen Felde. Die nach der einfachen Stokesschen Formel berechneten Halbmesser seiner Teilchen lagen bei Gold zwischen $0,35$ und $1,29 \cdot 10^{-5}$, bei Platin zwischen $0,44$ und $1,47 \cdot 10^{-5}$, bei Silber zwischen $0,60$ und $2,83 \cdot 10^{-5}$ cm. Um auch hier ein Beispiel für die Ergebnisse der Ladungsmessungen zu geben, teile ich folgende Zahlen mit. An 22 Silberteilchen von den Radien $2,83$ bis $1,015 \cdot 10^{-5}$ cm findet *Ehrenhaft* die nach abnehmender Größe der Teilchen geordneten Ladungen: 24,2, 26,6, 18,5, 17,3, 15,2, 19,8, 11,8, 14,3, 11,9, 13,4, 7,0, 4,1, 6,5, 9,5, 8,5, 3,1, 4,1, 3,6, 3,1, 5,3, 5,7, $4,4 \cdot 10^{-10}$; an 8 weiteren Teilchen mit den Radien $0,95$ bis $0,60 \cdot 10^{-5}$ cm die Ladungen: 2,3, 3,0, 6,5, 1,4, 2,0, 3,0, 2,4, $0,9 \cdot 10^{-10}$. Man sieht daraus, daß bei den größeren Teilchen die Ladungen zwar von der Größe des Elektrons oder seiner ganzen Vielfachen im Millikanschen Sinne sind (es kommen allerdings auch Zwischenwerte vor, die nicht ganzen Vielfachen von e entsprechen), daß aber von gewissen Teilchengrößen an ganz auffällige Unterschreitungen des Elementarquantums vorkommen. Sie beginnen bei allen untersuchten Metallen zur Regel zu werden etwa von der Größenordnung $1,0 \cdot 10^{-5}$ cm an. Je kleiner die Teilchen sind, um so kleiner erscheinen auch ihre Ladungen. Eine weitere Arbeit aus dem Jahre 1911 bringt eine Wiederholung dieser Untersuchung und eine Bestätigung der Ergebnisse; als Mittelwert der Ladungen seiner kleinen Metallteilchen gibt er hier an $1,7 \cdot 10^{-10}$ für Silber, $1,0 \cdot 10^{-10}$ für Gold, also Werte, die nicht größer als ein Drittel bis ein Viertel des Millikanschen Wertes sind. Auf Grund dieses Befundes stellt *Ehrenhaft* den Satz auf, daß mit immer kleinerer Kapazität der Teilchen auch ihre Ladungen immer kleiner würden, und daß man daher, um ein Urteil über die kleinsten nachweisbaren Ladungen zu gewinnen, mit der Untersuchung der Teilchen bis an die äußerste Grenze des ultramikroskopischen Sehens

heruntergehen müßte. Dieser Satz ist der eigentliche Kern der Ehrenhaftschen Arbeiten. Er geht aus der Anwendung des Ultramikroskopes hervor, von der *Ehrenhaft* ausging und an der er bis heute festgehalten hat, nachdem er nun einmal mit dieser Methode seine besonderen, von denen anderer Forscher abweichenden Ergebnisse erhalten hatte. *Millikans* Beobachtungsmethode ist ja im Grunde die gleiche wie jene, die beim Ultramikroskop angewendet wird; das schwebende Teilchen wird von der Seite intensiv beleuchtet und erscheint vor dunklem Hintergrunde als heller Stern. Aber er beobachtet es mit einem Fernrohr, einem optischen System von mäßiger Vergrößerung, mit dem er nur größere Tröpfchen, aber nicht so kleine Teilchen, wie sie *Ehrenhaft* benutzte, beobachten konnte. Entsprechend sind auch alle Ausmaße seiner Apparate größer. Sein Kondensator hat 20 cm Durchmesser und 1,6 cm Plattenabstand, und der Fallraum, den er die Tröpfchen durchmessen läßt, beträgt 1 cm und gelegentlich noch mehr. *Ehrenhaft* beobachtet mit starkem Mikroskop von 220- bis 1000-facher Vergrößerung; seine Kondensatorplatten haben nur 14 mm Durchmesser und stehen in 1,8 bis 1,9 mm Abstand, und der Fallraum seiner Teilchen beträgt nur einige Zehntel eines Millimeters. Es handelt sich also bei dem Streit zwischen *Millikan* und *Ehrenhaft* nicht etwa um eine Verschiedenheit der Ergebnisse an den gleichen Objekten nach den gleichen Beobachtungsmethoden, sondern um eine verschiedene Beantwortung derselben Frage in zwei ganz verschiedenen Größenbereichen der untersuchten Objekte, und zwar in Bereichen, die sich auch nicht einmal stellenweise überdecken, sondern nur eben berühren. Denn bei *Millikan* geht die Größe seiner Tröpfchen nicht unter $2,5 \times 10^{-5}$ cm. *Ehrenhaft* dagegen arbeitet mit Teilchen, die fast immer unterhalb dieser Grenze liegen; außerdem findet er an den größeren seiner Teilchen, etwa zwischen $2,5$ und $1,0 \cdot 10^{-5}$ cm, im allgemeinen Ladungen, die sich nicht in so auffälliger Weise von den *Millikanschen* Werten unterscheiden; erst bei noch kleineren Teilchen treten die merkwürdigen Unterschreitungen des Elementarquantums ganz regelmäßig auf. Man könnte nun denken, daß *Ehrenhaft* auf Grund seiner Anschauung von der Abhängigkeit der Ladung von der Teilchengröße notwendig den atomistischen Bau der Elektrizität überhaupt leugnen müßte. Allein auch er hat im weiteren Verlaufe seiner Untersuchungen die Umladungen seiner Teilchen in einem ionisierten Gase beobachtet und gemessen, und hier muß er zugeben, daß diese Umladungen entschieden quantenhaft verlaufen. Auch er findet, daß sich die verschiedenen Ladungen eines und desselben Teilchens als ganze Vielfache einer Grundladung ansprechen lassen. Also geht der Streit nicht um die Behauptung des atomistischen Baues der Elektrizität überhaupt, sondern um die Frage nach der Größe des elektrischen Atoms. Diese glaubt *Ehrenhaft* auf

Grund seiner Messungen wesentlich tiefer ansetzen zu müssen, als der Vorstellung entspricht, die das elektrische Atom der Valenzladung des materiellen Atomes gleich setzt; er vermutet in seiner letzten Arbeit, daß sie höchstens in der Ordnung $0,1 \times 10^{-10}$ elektrostatischen Einheiten zu suchen sei. Er bekämpft damit die landläufige Vorstellung als ein Dogma, an das man glaubt, weil es sich so bequem in das bestehende Lehrgebäude der Elektrizität hineinfügt, ohne daß es jedoch experimentell mit der erforderlichen Sicherheit begründet wäre. Denn gegen die *Millikanschen* Arbeiten erhebt er den Einwand, daß sie das Elektron nicht vorurteilslos berechneten, sondern den gewünschten Wert schon voraussetzten und die den Rechnungen zugrunde gelegten Annahmen, z. B. über die Korrektur des Stokesschen Gesetzes, so wählten, daß der angenommene Wert heraus käme; und den weiteren Einwand, daß sich auch aus *Millikans* Werten Unterschreitungen des Elektronwertes ableiten ließen. *Millikan* dagegen erklärt es geradezu für falsch, diese ganze Untersuchungsmethode auf so kleine Teilchen auszudehnen, wie sie *Ehrenhaft* benutzt habe; je kleiner die Teilchen sind, um so größer und um so unsicherer werden die am Stokesschen Widerstandsgesetz anzubringenden Korrekturen und um so stärker macht sich zugleich die Brownsche Bewegung als Störung der einfachen Fallbewegung geltend. Aus diesen Gründen lehnt *Millikan* die Schlüsse, die aus der Beobachtung wesentlich kleinerer Teilchen, als er sie angewandt hat, gezogen werden, grundsätzlich als unzuverlässig ab. In bezug auf die Einwände *Ehrenhafts* wird man zugeben müssen, daß Schwankungen und Unterschreitungen des Elektronwertes sich auch bei *Millikan* gelegentlich finden; aber den Vorwurf der gekünstelten Bearbeitung seiner Beobachtungen wird man entschieden ablehnen müssen. Wenn die Beobachtungen eine Abhängigkeit der errechneten Ladungen von der Teilchengröße ergeben, so ist der Versuch, diese Abhängigkeit zu erklären und zu beseitigen, doch einfach eine Notwendigkeit im Sinne der ganzen Problemstellung, und wenn dieser Versuch gelingt durch Anwendung einer theoretisch begründeten Korrektur ohne wesentliche Überschreitung des Spielraums, den die Theorie für die Wahl der Konstanten in dieser Formel übrig läßt, so verstehe ich nicht, warum man ein solches Verfahren als eine absichtliche Verdrehung der Versuchsergebnisse verwerfen sollte; im Gegenteil, es erscheint mir als die durchaus zweckvolle und sinngemäße Bearbeitung des Beobachtungsmaterials. Aber es würde zu weit führen, auf Rede und Gegenrede der beiden Forscher im einzelnen einzugehen. Ich will mich vielmehr der Frage zuwenden, welche Bestätigung die Ergebnisse *Millikans* und *Ehrenhafts* in den Arbeiten anderer Forscher gefunden haben, die der Streit um das wichtige Problem auf den Kampfplatz gelockt hat.

5. Die Arbeiten anderer Forscher. Zunächst

liegen Arbeiten von Schülern der beiden Forscher vor, von denen natürlich jede Gruppe die Methoden ihres Meisters anwendet und seine Ergebnisse bestätigt und erweitert. So hat in Amerika *J. Y. Lee* *Millikans* Versuche mit festen Kügelchen aus Schellack wiederholt und $e = 4,764 \times 10^{-10}$ gefunden. In Wien dagegen hat *D. Konstantinowsky* die Messungen *Ehrenhafts* auf noch kleinere Teilchen ausgedehnt ($0,2 \times 10^{-5}$ cm) und noch kleinere Ladungen gefunden, bis herunter zu dem 200. Teil des Elementarquantums, so daß er die Vorstellung von der atomistischen Struktur der Elektrizität sogar überhaupt in Frage stellen zu müssen glaubt. Aber wichtiger als diese Arbeiten aus den streitenden Lagern selbst sind diejenigen unabhängiger Forscher. *Regener* (Berlin) hat Messungen mit der ultramikroskopischen Methode *Ehrenhafts*, aber an Tröpfchen von Öl und Kalilauge ausgeführt und die gleichen Gesetzmäßigkeiten wie *Millikan* gefunden, Ladungen, die das Ein- bis Vierfache einer Grundladung von dem mittleren Werte $e = 4,86 \times 10^{-10}$ waren. Aber an *Ehrenhafts*chen Silberteilchen konnte er diese Gesetzmäßigkeiten nicht finden. *Przibram* hat Messungen an Phosphornebelteilchen ausgeführt und nach anfänglichen Abweichungen die *Millikan*-sche Auffassung bestätigt gefunden. Dasselbe gilt von den Untersuchungen von *E. Weiß* in Prag an Silberteilchen. In ausgezeichnete Weise hat *Joffé* in Petersburg die sprungweise Ladungsänderung und damit den atomistischen Bau der Elektrizität beim photoelektrischen Effekte an Kupfer- und Zinkteilchen bis zu hohen Ladungen hinauf verfolgen können, während ähnliche Messungen von *E. Meyer* und *W. Gerlach* zwar auch die sprungweisen Ladungsänderungen, aber nicht mit gleich guter Konstanz bei verschiedenen Teilchen und auch nicht mit dem *Millikanschen* Zahlenwerte, sondern mit etwas kleineren Werten ergeben haben.

Faßt man alle die verschiedenen Arbeiten zusammen, so kann man nur sagen, daß das Tatsächliche der Beobachtungen beider Forscher von anderen im wesentlichen bestätigt worden ist. Es handelt sich also bei dem Streitfalle nicht etwa darum, daß einer der Forscher falsch beobachtet hätte. Auch *Ehrenhafts* Messungen sind sicherlich richtig. Also dreht sich der Streit nur um die Deutung der Messungen. Fragen wir aber nun, wie sich die Physiker in diesem Streit der Meinungen verhalten, so müssen wir feststellen, daß sie sich in überwiegender Mehrzahl auf die Seite *Millikans* stellen; und das ist durchaus verständlich; denn die *Millikanschen* Arbeiten sind in der Behandlung des Problems von einer so schlagenden Klarheit und Einfachheit, daß man sich ihrer Beweiskraft nicht entziehen kann. Dazu kommt, daß ihr zahlenmäßiges Ergebnis mit den auf verschiedenen, ganz anderen Wegen ermittelten Werten der Elementarladung ($4,75 \times 10^{-10}$ aus der Elektrolyse, $4,69 \times 10^{-10}$ aus der Planckschen Strahlungstheorie, $4,65$ bis

$4,79 \times 10^{-10}$ aus der Zählung der α -Teilchen eines radioaktiven Stoffes nach *Rutherford*, *Geiger* und *Regener*) doch in ganz überraschender Weise übereinstimmt. Wenn *Ehrenhaft* statt dessen behauptet, daß die Ladungen immer kleiner würden, je kleiner die Teilchen werden, so ist es eine sehr treffende Entgegnung darauf, wenn *Millikan* in seiner letzten Arbeit darauf hinweist, daß die α -Teilchen, die doch noch viel kleiner als *Ehrenhafts* kleinste Teilchen sind, doch das Doppelte der Ladung trügen, die als kleinste Ladung bei *Millikans* Messungen aufträte. Und ebenso können wir uns die elektrolytischen Ionen, die doch ebenfalls nur die Größe von Atomen oder Atomkomplexen haben, gar nicht anders als mit der ein- oder mehrfachen Elementarladung behaftet denken, und der Wert dieser Ladung ist wirklich innerhalb sehr enger Grenzen gleich dem oben angegebenen Werte anzunehmen, da die Zahl *N* heute in Übereinstimmung sehr verschiedener Methoden mit einem beträchtlichen Grade von Sicherheit bekannt ist. Es kann also wohl kein Zweifel darüber bestehen, daß der elektrischen Ladung von der Größe $4,8 \times 10^{-10}$ eine ganz bestimmte Rolle in der Natur zukommt; sie ist eben „das Elektron“. Natürlich können wir uns denken, daß dieses Elektron noch einen komplizierten inneren Bau besitzt, und daß wir vielleicht einmal dahinter kommen werden, gerade so gut, wie wir heute auf dem besten Wege sind, hinter den komplizierten Aufbau unserer materiellen Atome zu kommen. Aber irgendeine Notwendigkeit zu einer solchen Vorstellung in bezug auf das Elektron liegt doch offenbar bis jetzt gar nicht vor, und der Gedanke, daß die Aufspaltung des Elektrons in kleinere Bestandteile sich so einfach vollziehen könnte, wie es bei *Ehrenhafts* Beobachtungen der Fall sein müßte, ist wohl wenig wahrscheinlich. Treten wir aber dem *Millikanschen* Standpunkte bei, so müssen die Messungen *Ehrenhafts* notwendig anders gedeutet werden. Es fragt sich schließlich, wie.

6. Die Einwände gegen *Ehrenhafts* Berechnungen. Von der ersten Veröffentlichung an, in der *Ehrenhaft* behauptete, Unterschreitungen der Elementarladung nachgewiesen zu haben, sind die mannigfachsten Bedenken gegen seine Methode erhoben worden. Er hat mit Zähigkeit und unleugbarem Geschick seine Ansicht verteidigt, indem er seine Methode und seine Apparatur im Sinne der Beseitigung der erhobenen Einwände umzugestalten und zu verbessern bemüht war. Die ersten Einwände richteten sich gegen seine Annahme, daß die Teilchen, die er aus seinem Lichtbogen herauszog, metallische Kügelchen wären; die Schwierigkeiten würden verschwinden, wenn man ihnen eine wesentlich kleinere Dichte zuschreiben, sie etwa als Oxydationsprodukte von schwammiger Struktur ansehen dürfte, oder auch, wenn man eine von der Kugelform wesentlich abweichende Gestalt der Teilchen annehmen könnte, oder schließlich beides. Da im letzteren Falle

die Teilchen sich im elektrischen Felde orientieren würden, könnte ihre Beweglichkeit, d. h. die Größe b unserer obigen Gleichungen, im elektrischen Felde eine andere als im Schwerfeld sein, wie es *Marg. Vogl* tatsächlich beobachtete. *Ehrenhaft* begegnet dem Einwand der Oxydation, indem er seine Lichtbogen in gut gereinigtem, vollkommen getrocknetem Stickstoff brennen läßt und Edelmetalle zum Zerstäuben verwendet. Vor allem aber hat er ausgedehnte Messungen an zerstäubtem Quecksilber gemacht; hier lassen die größeren Teilchen noch deutlich den metallischen Charakter und die Kugelform erkennen, und es scheint wohl ausgeschlossen zu sein, die gleiche Annahme nicht auch für die kleineren Teilchen machen zu dürfen. Andere Einwände beziehen sich auf das elektrische Feld; bei den kleinen Maßen des Kondensators könnten die Randwirkungen störend in Betracht kommen (*Regener*), oder das Feld könnte durch Ansammlung sehr kleiner unsichtbarer Ionen in der Nähe der Platten abgeschwächt sein (*Joffé*). Auch diese Einwände scheint mir *Ehrenhaft* im wesentlichen widerlegt zu haben; denn die Ionen werden durch das Feld selber schon nach kurzer Zeit entfernt bis auf diejenigen Teilchen, für die die Spannung annähernd gleich der Schwebespannung ist, und die Abweichungen werden auch dort gefunden, wo die Randwirkung durch andere Bemessung des Apparates sicher vermieden ist.

Betrachtet man die genannten Einwände als ausgeschlossen, so bleibt das Problem schließlich an der Frage hängen, ob die Bewegungen der Teilchen richtig gemessen und die richtigen Schlüsse aus ihnen gezogen sind. Die genaue Messung der Steig- und Fallzeiten der Teilchen, zumal bei der sehr geringen Länge der von *Ehrenhaft* benutzten Strecken, ist bei so kleinen Teilchen durch die Brownsche Bewegung sehr beeinträchtigt. Aber die zufälligen Störungen durch die Brownsche Bewegung können wohl die Messungen unsicher machen, doch ist nicht abzusehen, daß sie die Ergebnisse alle nach einer Richtung verschieben könnten. Zur Erklärung dieser Tatsache müßte man vielmehr annehmen, daß die für größere Teilchen gültigen Bewegungsgesetze auf so kleine Teilchen nicht mehr übertragen werden dürften, daß also die Berechnung der Beweglichkeit b aus der Stokesschen Widerstandsformel auch unter Benutzung der verschiedenen Formen des anzufügenden Korrektionsgliedes nicht mehr zulässig ist. Die Ungewißheit in dieser Beziehung ist Veranlassung gewesen, daß man die Berechnung von b auf einem anderen Wege versucht hat. Als solcher bot sich die genaue Untersuchung der Brownschen Bewegung dar. Die von *Einstein* entwickelte Theorie der Brownschen Bewegung führt nämlich zu einer Formel, die gestattet, die Beweglichkeit b eines Teilchens aus der Brownschen Bewegung, d. h. aus dem Mittelwert des Quadrates der Verschiebungen zu berechnen, die das Teilchen in gleichen Zeitintervallen erfährt.

In dieser Gleichung kommt weder die Masse noch die Größe des Teilchens vor, sondern außer b nur die allgemeine Gaskonstante, die absolute Temperatur und die Loschmidtsche Zahl. Setzt man daher den so berechneten Wert von b in die obige Gleichung für e ein, so ist man von allen Annahmen über Dichtigkeit und Größe der Teilchen unabhängig; allerdings ist diese Berechnung nur zulässig unter der Voraussetzung, daß die Beweglichkeit der Teilchen unter dem Einfluß der allseitigen molekularen Stöße die gleiche ist, wie diejenige unter dem Einfluß einer einseitig gerichteten Kraft. Auch die nach dieser Methode ausgeführten Beobachtungen von *Millikan*, *Fletcher* und *Eyring* an Öltröpfchen haben keine systematischen Abweichungen vom Millikanschen Werte des Elementarquantums ergeben. Messungen von *E. Weiß* an Silberteilchen, die nach der Stokesschen Widerstandsformel zu kleine Werte der Elementarladung ergaben, führten, nach der Methode der Brownschen Bewegung berechnet, zu Zahlen, die um den Millikanschen Wert herum schwanken. Dies gilt allgemein. Die Berechnungen aus der Brownschen Bewegung ergaben auch bei den Messungen *Ehrenhafts* und *Konstantinowskys* an ihren kleinen Teilchen stets größere Werte für den Radius und die Ladung der Teilchen, als die Stokessche Widerstandsformel, und die Abweichung zwischen beiden Arten der Berechnung wird um so größer, je kleiner die Teilchen sind. Aber diese Vergrößerung des Ladungswertes nach der Berechnung aus der Brownschen Bewegung ist doch nicht ausreichend, um die Unterschreitungen des Elementarquantums jederzeit aufzuheben. Im Gegenteil, bei den ganz kleinen Teilchen, mit denen *Konstantinowsky* arbeitet, findet er auch aus der Brownschen Bewegung Ladungswerte, die bis auf ein Zehntel des Millikanschen Wertes heruntergehen, und beide, *Ehrenhaft* sowohl wie sein Schüler, sind der Ansicht, daß die Brownsche Bewegung Radius und Ladung der Teilchen zu hoch ergibt; denn sie glauben fest, daß ihre Teilchen kugelförmig sind und daß darum das Stokessche Gesetz die richtigeren Werte der gesuchten Größen ergebe. Es ist nicht uninteressant, daß *Ehrenhaft* diese Ansicht noch durch eine dritte Methode der Größenbestimmung zu stützen versucht hat. Er hat die Größe von Goldteilchen geschätzt aus der Farbe des von ihnen zerstreuten Lichts auf Grund einer von *G. Mie* entwickelten Theorie, und findet die so gewonnenen Werte in Übereinstimmung mit den aus der Stokesschen Widerstandsformel bei Annahme einer bestimmten Form des Korrektionsgliedes berechneten Größen, während die Brownsche Bewegung wesentlich größere Werte ergab.

So steht heute der Streit. Auf der einen Seite die Untersuchungen *Millikans* an größeren Tröpfchen, mit ihren klaren, auch bei den verschiedenen Berechnungsarten übereinstimmenden Ergebnissen; auf der anderen Seite die Messungen *Ehrenhafts* an kleinen und immer kleineren Teilchen, bei

denen auch die Ladungen immer kleiner und kleiner sich ergeben, bei denen aber auch zugleich die verschiedenen Berechnungsarten in keiner Übereinstimmung miteinander mehr stehen. Gerade dieser letztere Umstand scheint mir ein deutlicher Beweis für die Richtigkeit der Ansicht *Millikans* zu sein, daß man vorläufig klare und sichere Ergebnisse über das Elementarquantum nur an größeren Tröpfchen erhalten kann, deren Mechanik man vollkommen beherrscht. Aber die Ergebnisse *Ehrenhafts* bedürfen selbstverständlich einer Aufklärung, die den bestehenden Widerspruch beseitigt. Sie dürfte wohl nur in einer erneuten eingehenden, theoretischen und experimentellen Nachprüfung der Gesetze zu suchen sein, die für die Bewegung so kleiner Teilchen in einem Gase gelten. Ehe darüber nicht volle Klarheit und zwischen den verschiedenen Methoden der Größenbestimmung der Teilchen volle Übereinstimmung erzielt ist, wird man den Ergebnissen *Millikans* keinen ernstlichen Zweifel entgegenbringen können. Den Arbeiten *Ehrenhafts* aber wird man auf alle Fälle das Verdienst zuerkennen müssen, nicht bloß durch ihren Widerspruch gegen die herrschende Meinung zu immer erneuter und vertiefter Behandlung des Problems Anlaß gegeben, sondern auch die Grenzen festgestellt zu haben, unter die man nicht heruntergehen kann, ohne daß die Formulierung der Versuche diejenige Sicherheit verliert, die sie oberhalb dieser Grenze besitzt.

Die Pliozänfauna Ostafrikas.

Über die alte Fauna Afrikas ist noch verhältnismäßig wenig bekannt, was sich auf sichere fossile Reste stützen läßt, ganz anders als bei Europa und Nordamerika oder auch für die Tertiärzeit bei Südamerika. Man war bisher zumeist darauf angewiesen, aus der vergleichenden Betrachtung der heutigen Tierwelt Rückschlüsse auf die Zustände der Vergangenheit zu ziehen. Wohl ist auch dieser Weg der Forschung geeignet, wertvolle Aufschlüsse über die Vorzeit zu geben. Erwünscht ist aber doch seine Ergänzung durch die Auffindung ausgestorbener Tierformen, die die so gewonnenen Aufschlüsse nachzuprüfen gestatten. Hier hat uns nun gerade die letzte Zeit für Afrika wertvolle Fortschritte gebracht. In Deutsch-Ostafrika fand man die interessante Saurierfauna vom Tendaguru. Die Deltaschichten des Urnil westlich des heutigen Flußlaufes geben Aufschlüsse durch die ganze Tertiärzeit hindurch, deren jüngste Zusammenstellung wir *Stromer*¹⁾ verdanken, der schon immer die große Bedeutung Afrikas als Entwicklungsgebiet betont hat, und nun haben uns von *Oswald*²⁾ erforschte ähnliche Deltaschichten am östlichen Ufer des großen Viktoriassees auch in Britisch-Ostafrika mit einer tertiären Fauna von einigem Reichtum an Formen bekannt gemacht.

¹⁾ *E. Stromer*, Die Entdeckung und die Bedeutung der Land und Süßwasser bewohnenden Wirbeltiere im Tertiär und in der Kreide Ägyptens, Zeitschr. d. deutschen Geol. Gesellsch. LXVIII (1916), S. 397—425.

²⁾ *F. Oswald*, The Miocene Beds of the Victoria Nyanza and the Geology of the Country between the Lake and the Kisil Highlands, Quart. Journ. Geol. Soc. LXX (1914), S. 128—162.

deren Wirbeltiere kurz vor Beginn des Krieges durch *Andrews*³⁾, deren Weichtiere durch *Newton*⁴⁾ beschrieben worden sind. Diese Forscher schreiben den Schichten ein untermiozänes Alter zu. Uns scheint freilich diese Altersbestimmung zu hoch zu sein. Einmal sind die in ihnen gefundenen Schneckenarten heute noch durchweg in Afrika heimisch. Die Wirbeltiere zeigen aber eine ganz ähnliche Mischung nördlicher und südlicher Formen wie die heutige Tierwelt Afrikas, eine Mischung, wie wir sie kaum vor dem Unterpliozän erwarten können. Ein derartiges Alter würde aber auch ganz gut zu dem Gesamtcharakter der Wirbeltierfauna dieser „Karungaschichten“ stimmen, wie wir im Nachfolgenden auch im einzelnen werden zeigen können.

Von besonderem Interesse sind unter den Tierresten die *Säugetiere*, die ja auch sonst unter den fossilen Wirbeltierresten aus der Tertiärzeit die Hauptrolle zu spielen pflegen, und unter ihnen sind wieder die *Huf-tiere* besonders reichlich vertreten. Wir finden unter ihnen zweifellose Vertreter von Gruppen, die seit dem frühesten Tertiär in Afrika alteinheimisch gewesen sind, neben Gliedern von Familien, deren Ursprung im paläarktischen Gebiete gesucht werden muß. Und unter diesen läßt sich wieder eine ältere, schon im Mittel-tertiär von Europa nach Afrika gelangte Welle von einem erst im Jungtertiär in das Festland eingedrungenen Einwandererschwarm unterscheiden.

Ganz besonders charakteristische Vertreter der alten äthiopischen Fauna sind die *Schliefer* (*Hyrakoiden*), die noch heute in zahlreichen Arten ganz Afrika und seine syrischen Nachbarländer bewohnen und fossil besonders aus den oligozänen Schichten des ägyptischen Fajum bekannt sind, aus denen man nicht weniger als sechs verschiedene Gattungen mit etwa 15 Arten beschrieben hat, die eine besondere, heute erloschene Familie der *Sagatheriden* bilden. Sie weisen im Vergleich mit den heute lebenden Formen z. T. wahre Riesen auf, lassen sich doch die heutigen Tiere am ehesten mit Kaninchen vergleichen, sind übrigens auch unter den „Kaninchen“ des Alten Testaments zu verstehen. Aus den Schichten vom Viktoriassee hat man nun eine neue, dritte Familie dieser uralten und höchst ursprünglichen Huftierordnung kennen gelernt, die im alten Afrika eine weit größere Rolle gespielt haben muß, als heute. Es sind das die *Myohyraciden*, vertreten durch die eine Form *Myohyrax oswaldi*, von der ein Stück des linken Unterkieferastes gefunden worden ist. Im Gegensatz zu den *Sagatheriden* gehört aber der neue Fund der Kleinfaua an, ist doch das Tier nicht größer gewesen als eine große Ratte. Darum ist der Name „*Mauschliefer*“ für dieses Tier recht treffend gewählt. In bezug auf das Alter der Schichten bietet diese Form infolge ihrer isolierten Stellung keinen Anhalt.

Eher ist dies bei den *Rüsseltieren* der Fall, deren Heimat ebenso sicher im alttertiären Afrika lag, wo sie schon im Obereozän mit dem Möriestiere (*Moeritherium*) von Ägypten auftauchen. Erst in der Mitte der Tertiärzeit haben sie Europa erreicht, um sich von hier aus fast über alle Festländer mit Ausnahme von Australien zu verbreiten. Sie sind um diese Zeit schon in zwei Familien gespalten, in die zu den lebenden Elefanten hinleitenden Urelefanten (*Paläomastodontiden*) und die

³⁾ *Ch. W. Andrews*, On the Lower Miocene Vertebrates from British East Africa, collected by Dr. Felix Oswald. Ebenda S. 163—186.

⁴⁾ *R. B. Newton*, On some non-marine Molluscan Remains from the Victoria Nyanza Region, associated with Miocene Vertebrates. Ebenda S. 187—198.

einen erloschenen Zweig bildenden „Schreckenstiere“ (Dinotheriden). Beide hat man auch am Viktoriasee aufgefunden. Das *Dinotherium hoveyi* schließt sich eng an die in Europa und Asien bekannt gewordenen Arten an. Da von diesen nur eine dem Obermiozän angehört, während man vier in pliozänen Schichten gefunden hat, so spricht dieser Fund entschieden für das von uns angenommene geringere Alter der von Oswald erschlossenen Schichten. Ihm widerspricht auch nicht der Urelefantenfund, der zu der durch den Besitz von vier Stoßzähnen ausgezeichneten Gattung *Tetrabelodon* (Vierpfeilzahn) gestellt wird; denn wenn diese auch im Miozän von Europa und Nordamerika schon sieben Formen aufzuweisen hat, so erreicht sie doch erst im Pliozän mit zwölf Arten ihren größten Formenreichtum und reicht mit fünf Arten sogar noch ins Quartär herüber. Die der afrikanischen am meisten ähnelnde Art *T. angustidens* ist freilich im Obermiozän Europas gefunden worden, besitzt aber auch im Pliozän in Indien und Nordamerika noch Abarten, so daß sie ebensogut in Afrika um diese Zeit gelebt haben könnte, während sie aus dem Untermiozän überhaupt noch nicht bekannt ist.

In verschiedenen Linien sind auch die *Paarhufer* vertreten, besonders die „Kohlentiere“ (Anthrakotherien), die auch schon im Unteroligozän Ägyptens eine hervorragende Rolle spielten. Es sind das Tiere, die mit den Schweinen und Flußperden einen großen Stamm bilden und besonders als die Vorfahren der letzteren in Frage kommen. Die Paarhufer nun gehören sicher dem Norden als Urheimat an, mögen nun ihre ältesten Formen den anderen Huftieren tatsächlich stammverwandt sein oder mögen sie, wie Gregory⁵⁾ annimmt, einen Seitenzweig der Raubtiere darstellen, denn nur hier kommen solche Formen vor, wie wir sie als die Vorfahren dieser Huftiere erwarten müssen. Hier sind sie schon vom Eozän an in solcher Formfülle in Europa wie in Nordamerika entwickelt, daß sie nicht etwa aus Afrika herüber gewandert sein können. Vielmehr haben sie sich in umgekehrter Richtung von Europa nach Afrika verbreitet, wenn auch etwas früher als die meisten anderen nordischen Formen Afrikas, die erst nach dem Oligozän den Süden erreicht haben. Sie reichen im Norden vom Unteroligozän bis zum Unterpliozän und könnten also in Afrika die gleiche Lebensdauer besessen haben. Selbst ihre Gattungen erhalten sich zumeist ziemlich lange in Blüte. Auch die Gattung *Brachyodus*, der *Andrews* einige Funde zuordnet, lebte nicht bloß im Miozän von Europa und Nordafrika, sondern war auch im Pliozän noch von Beludschistan bis Indien verbreitet. Der besser erhaltene *Merycopa africanus* aber stand zwar auf der einen Seite der vorwiegend oligozänen Gattung *Ancodus* nahe, auf der andern aber der indischen Pliozängattung *Merycopotamus*, die neuerdings noch in Tunesien in Pliozänschichten gefunden worden ist.

Neben diesen Vertretern der schweineartigen Huftiere hat man nun am Viktoriasee auch spärliche Reste von Tieren gefunden, die zu den Wiederkäuern zu stellen sind. Der eine Rest gehört jedenfalls zu der Gattung *Dorcatherium*, einer nahen Verwandten des heute in Westafrika lebenden Wasserzwergmoschustieres, die im Obermiozän Europas auftretend mindestens ebensoviel Arten im Pliozän des Mittelmeergebietes und Indiens besitzt. Neben diesen Traguliden

traten aber am Viktoriasee auch die ihnen sehr nahestehenden, heute ganz erloschenen Gelociden auf. Ein oberer Mahlzahn gleicht nämlich sehr der europäischen Oligozängattung *Prodremotherium*. Das ist allerdings eine sehr auffällige Beziehung, da überhaupt die Gelociden fast ganz dem Unteroligozän angehören und nur mit zwei ihrer elf Gattungen ins Miozän hineinreichen. Aber gerade dieser Rest ist doch zu unbedeutend, um darauf irgendwie sichere und weittragende Schlüsse aufbauen zu können. Da die Traguliden in Ägypten bisher noch nicht gefunden worden sind, können wir sie nach wie vor nur als pliozäne Einwanderer ansehen.

Dagegen können die Nashörner, die am Viktoriasee die *Unpaarhufer* vertreten, teilweise schon im Mitteltertiär den afrikanischen Boden betreten haben, gibt uns doch *Stromer* auch aus dem ägyptischen Miozän eine allerdings unbestimmte Art des afrikanischen Nashornes an. Dagegen erweist sich der Fund von Ostafrika als ein Verwandter der Gattung *Ceratorhinus*, die in der heutigen Tierwelt nur durch das Sumatranashorn von Malakka, Borneo und Sumatra vertreten ist. Vom obersten Oligozän an lebte sie bis zum Quartär in Europa, vom Pliozän an auch in Indien. Gerade die Art *C. schleiermacheri*, der der afrikanische Fund besonders nahe steht, ist im Unterpliozän Europas gefunden worden. Auch diese Tiere sprechen also nicht für ein miozänes Alter der Karungaschichten.

Neben den Huftieren treten die anderen Säugetiere ganz zurück. Als Vertreter der Großfauna sind noch ein paar *Raubtiere* zu erwähnen. Das eine ist eine Katzenart, der europäisch-nordamerikanischen Miozängattung *Pseudaelurus* angehörend (*P. africanus*), was schon eher auf ein höheres Alter hinweisen könnte. Ein großer Fußwurzelknochen, der von einem Tiere von der Größe eines Löwen herkommt, läßt sich dagegen nicht mit voller Sicherheit bestimmen. Entweder handelt es sich um einen säbelzahnigen Tiger (*Machaeodas*), wie sie vom Oligozän bis zum Quartär in der Alten Welt weit verbreitet waren, besonders aber im Pliozän, dem 11 von den 16 nordischen Arten angehören, oder um ein Urraubtier aus der zu den Hyänenzähmern (Hyäodontiden) gehörigen Gattung *Apterodon*. Diese Gattung gehört freilich ganz dem Unteroligozän Europas und Ägyptens an, die Familie im ganzen aber hielt sich in Indien wie in Südamerika bis zum Pliozän. Eine ähnliche Lebensdauer ist also auch für Afrika wahrscheinlich.

Endlich ist von Säugetieren noch das Nagetier *Paraphiomys pigotti* aus der erloschenen Familie der Theridomyiden zu erwähnen, die im Oligozän und Miozän in Europa und Afrika lebte und letzteres schon früh erreicht hat, wie die Funde von Fayum beweisen, unter denen wir auch die nächsten Verwandten der ostafrikanischen Gattung antreffen. Diese war übrigens ein stattliches Tier von der Größe des Guineaschweines. Aus der Familie sind dann in Afrika die eigenartigen Schuppenhörnchen (Anomaluriden) hervorgegangen, die in ihrer Lebensweise den fliegenden Eichhörnchen ähneln. Überblicken wir nun die gesamte Säugetierfauna vom Viktoriasee, so sprechen von den hier gefundenen elf Arten nur drei mehr für ein miozänes Alter, der Nager, das eine Zwergmoschustier und das vielleicht vorhandene Urraubtier. Doch sind die beiden letzten sehr unsichere Reste. Acht bis neun Formen sprechen dagegen eher für ein pliozänes Alter. Auch bei den genannten Formen, die im Norden älteren Schichten angehören, ist das nicht ausgeschlossen. Beobachten wir doch allgemein, daß in Südamerika und Afrika, überhaupt im Süden, die Tiere in jüngere Perioden hinein-

⁵⁾ W. K. Gregory, The Orders of Mammals. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. XXVII (1910), S. 400—406, 467 bis 468.

reichen, in denen sie im Norden längst erloschen sind. Das zeigt ja auch schon die lebende Verbreitung z. B. der Tapire, der Flußpferde, der Lamas, der Antilopen, der Hyänen und zahlreicher anderer Tiere.

Neben den Säugetieren treffen wir am Viktoriasee auch noch einige *Reptilarten* an, vorwiegend *Schildkröten* aus drei verschiedenen Unterordnungen. Gleich durch drei verschiedene Gattungen sind die Weichschildkröten (Trionychiden) vertreten. Da treffen wir die heute allein im äthiopischen Afrika heimische *Cycloderma* (*C. victoriac*), wie die im Miozän von Fayum gefundene *Cyclonorbis*, zu der rein äthiopisch-indischen Unterfamilie der Emydinen gehörend. Ihr reiht sich die weit verbreitete Gattung *Trionyx* selbst an, die schon im europäischen Mittelozän fossil auftritt und sich seitdem dauernd behauptet hat, in Afrika seit dem Beginn des Miozäns. Und endlich scheint sich ein Rest der Gattung *Chitra* einzureihen, die man sonst lebend nur vom festländischen Indien, fossil auch von Java kennt. Diese Gattung spricht wieder entschieden für ein pliozänes Alter der Schichten, während die anderen Schildkröten auch schon im Miozän nach dem Süden gelangt sein könnten.

Die Halsberger (Cryptodiren), zu denen die meisten unserer Land- und Seeschildkröten gehören, haben in den Schichten vom Viktoriasee eine Riesin aufzuweisen. *Testudo crassa*, eine Verwandte der bekannten griechischen Schildkröte, aber auch der Elefantenschildkröten von Aldabra und von den Galapagosinseln. Es waren also einstmals die Riesenschildkröten nicht bloß auf die Inseln beschränkt wie heute. Auch diese Gattung ist schon seit dem Oligozän fossil bekannt, muß ihrer Verbreitung nach sogar noch weit älter sein. Aber da es sich um eine noch lebende Gattung handelt, kann das natürlich noch nichts für ein höheres Alter des afrikanischen Fossils beweisen. Endlich treffen wir, wie von vornherein zu erwarten war, am Viktoriasee auch Halswender (Pleurodiren) an, müssen wir doch deren Hauptentwicklungsgebiet nach ihrer heutigen Verbreitung wie nach ihren fossilen Resten in der Südamerika und Afrika umfassenden Südatlantik suchen. Insbesondere haben sich in Afrika die Pelomedusen entwickelt. Neben anderen Gattungen haben wir von dem Eozän an in den Deltaschichten des Urnils die Stammreihe der Schienenschildkröte (*Podocnemis*) aufgefunden, die auf der einen Seite zu deren südamerikanischen, auf der anderen zu deren madagassischen Formen hinführen⁶⁾, übrigens einer der besten Beweise für das Bestehen der südatlantischen Landbrücke bis in den Beginn des Tertiärs hinein. Die madagassische *P. madagascariensis* schließt sich nun an die Untermiozänart *P. acgyptiaca* vom Nillande an, der der neue Fund vom Viktoriasee sehr nahe steht. Ebenso eng verbunden ist sie aber auch mit der lebenden Art, so daß sie recht wohl von pliozänem Alter sein kann.

Von sonstigen Reptilien hat *Oswald* nur Krokodilreste am See gefunden. Zunächst tritt uns hier ein kurzschnauziges Krokodil ähnlich dem lebenden Nilkrokodil entgegen. Auch ist ja die Gattung *Crocodylus* sogar schon seit der mittleren Kreidezeit fossil bekannt und mindestens seit dem Oligozän in Afrika heimisch, aber die engsten Beziehungen verbinden doch die neue Art mit der lebenden, so daß ein geringeres Alter wahrscheinlicher ist als ein hohes. Anders liegen die Verhältnisse bei einem gavialähnlichen Tiere. Denn dieses ähnelt am meisten der uns aus dem Obereozän Frank-

reichs bekannten Gattung *Pristichamps*. Diese gehört aber zur Familie der Rhynchosuchiden oder Schnabelkrokodile, deren Gattung *Tomistoma* heute indoaustralisch ist, aber im Miozän auch in Europa und vom Eozän bis zum Pliozän auch in Afrika vertreten war. Ein Überleben der Eozängattung bis zum Pliozän ist also durchaus nicht unwahrscheinlich.

An *Fischen* ist sicher nur ein Molchfisch (*Protopteras*) festgestellt, ebenfalls einer alten südatlantischen Familie angehörend, den Lepidosireniden, die heute nur in Südamerika und Afrika leben und fossil vom Oligozän an in letzterem bekannt sind. So gibt es unter allen Wirbeltieren der Karungaschichten nicht eines, das nicht zu der Annahme des Pliozänalters derselben paßt, für die Mehrzahl ist dieses wahrscheinlich, und die Faunenmischung spricht entschieden dafür.

Das gleiche zeigt aber auch die *Molluskenfauna*, die freilich nur zehn Arten umfaßt. Von den *Land-schnecken* sind zunächst die Achatschnecken (Achatiniden) durch je eine Art von *Achatina* und *Limicolaria* und durch eine Form vertreten, die der im Nilgebiet, am Viktoria-, Tanganjika- und Njassasee lebenden *Burtoa nilotica* nahe steht. Alle drei Gattungen sind ausgesprochen äthiopisch und gehören einer Familie an, die schon seit der Trias in die äthiopische Region gelangt sein muß⁷⁾. Fossile Reste sind von ihr sonst nicht bekannt. Während alle diese Gattungen wohl die ganze Tertiärzeit in Afrika verbreitet waren, müssen wir den zu den Eniden (Buliminiden) gehörenden *Cerastus* als einen pliozänen Einwanderer aus Europa ansehen⁸⁾. Diese in zwei Arten am Viktoriasee vertretene Untergattung lebt heute nur in Abessinien und im Somalilande, der verwandte *Petracoceras* im südlichen Arabien, alle anderen 13 Untergattungen von *Ena* sind aber paläarktisch und in Europa seit dem Miozän fossil bekannt⁹⁾. Ihre hauptsächliche Heimat ist der nahe Orient.

Eine Land- wenn auch nicht Lungenschnecke ist die Cyclophoride *Tropidophorus nyasana*, die heute nur am Njassasee lebt, fossil aber auch am Viktoriasee gefunden wurde. Sie schließt sich an die westafrikanisch-europäische *Pomatias* an und kann ebenfalls nicht vor dem Pliozän nach Afrika gelangt sein. In Europa hatten sie sich schon vom Eozän an in zahlreichen Formen entwickelt¹⁰⁾. Der gleichen Gruppe der *Kiemenschnecken* gehören die im Süßwasser lebenden Ampullariden und Vivipariden an. Die ersteren sind eine ganz vorwiegend südliche Familie, wenn sie auch einige fossile Vertreter im europäischen Tertiär aufzuweisen haben¹¹⁾. Von den durch *Oswald* gefundenen zwei Arten lebt *Ampullaria ovata* noch im ganzen Nilgebiet und in den drei großen Seen, *Lanistes carinatus* im Nilgebiete, Abessinien und Ostafrika. Dagegen sehen wir die Vivipariden oder Paludiniden nur für mitteltertiäre Einwanderer in Afrika an¹²⁾. Die Arten vom Viktoriasee gehören der afrikanischen Gattung *Cleopatra* an. *Cl. bulimoides* lebt in Ostafrika vom Nil bis zum Samesi, *Cl. cavarata* nur im südlichen Ostafrika.

⁷⁾ Th. Arlt, Zur Ausbreitung der Land- und Süßwassermollusken. Archiv für Naturgeschichte LXXXI (1915) A, S. 38—41, 58, 61.

⁸⁾ Ebenda S. 26—27, 58, 61.

⁹⁾ W. Kobelt, Die geographische Verbreitung der Mollusken in dem paläarktischen Gebiet. Roßmäßlers Ikonographie der Land- und Süßwassermollusken N. F. XI (1904), S. 102—105.

¹⁰⁾ Arch. f. Naturgesch. LXXXI (1915) A, S. 69, 74—76.

¹¹⁾ Ebenda S. 71, 74—76.

¹²⁾ Ebenda S. 66, 74—76.

⁶⁾ E. Dacqué, Die fossilen Schildkröten Ägyptens. Geol. u. paläontol. Abhandl. XIV (1912), S. 273—338.

Wenn also auch von den zehn Schnecken nur die *Ampullaria*- und die *Barbota*-Arten noch heute in Viktoriasaegebiete heimisch sind, so leben doch alle von *Neuton* beschriebenen Arten noch heute und leben in Afrika, und auch das bestätigt unsern Schluß, daß die Karungaschichten eher dem Pliozän als dem Untermiozän angehören. Damit wird ihr Interesse nicht geringer, haben sie uns doch einmal in den Myohyraciden eine neue Form der alten äthiopischen Fauna kennen gelehrt, dann damit bekannt gemacht, daß auch die Dinotherien, Gelociden und vielleicht auch die säbelzahnigen Tiger nach Afrika gelangt sind, daß sich hier die Gaviale, die Anthrakotherien, Theridomyiden und vielleicht die Hyänenzähner länger erhielten, als man bisher annehmen konnte, und daß außer den schon bekannten auch andere indische Formen mit *Chitra* den Weg nach Afrika gefunden haben, um hier bald wieder zu erlöschen, ganz abgesehen von zahlreichen anderen interessanten Beziehungen, die schon diese wenigen Funde zu erkennen gestatten. Die fortschreitende Erforschung von Afrika verspricht daher unsere Kenntnis von der Geschichte der Erde und ihres Lebens gewaltig zu fördern. Th. Arldt, Radeberg.

Besprechungen.

Föppl, A., Vorlesungen über technische Mechanik. 1. Bd. Einführung in die Mechanik. 5. Aufl. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1917. XVI, 431 S. und 104 Figuren. Preis geh. M. 9.20, geb. M. 10.—.

Die neue Auflage des 1. Bandes von *Föppls* berühmtem Lehrbuch hat gegen die beiden letzten Auflagen nur ganz nebensächliche Änderungen erfahren, und es ist auch nicht anzunehmen, daß ein größerer Teil des Leserkreises solche Änderungen gewünscht hätte. Was das letzte Jahrzehnt der Mechanik an neuen Errungenschaften gebracht hat, wäre ja in diesem Einführungsbande nicht am Platze, und die Auswahl, Anordnung und Darstellung des Lehrstoffes hat sich so vollkommen bewährt, daß das Werk heute noch, wie schon seit vielen Jahren, als die solideste Grundlage des Mechanikstudiums an Technischen Hochschulen betrachtet werden kann.

Die Mechanik erfordert eine andere Darstellung für den Mathematiker, den Physiker, den Philosophen und den Ingenieur. Wenn *Föppls* Buch in erster Linie für den letzteren geschrieben ist, so heißt das nicht, daß die prinzipielle Erörterung tieferer Probleme oder feinere mathematische Darstellungen vermieden werden, auch nicht, daß nur die Erledigung praktischer, technischer Fragen angestrebt wird. Der Kernpunkt liegt in der Vereinigung und Zusammenfassung der Anschauung und der rechnerischen Formulierung. Der Student, der das Hochschulstudium beginnt, pflegt der Mathematik nicht mit der nötigen Sicherheit gegenüber zu stehen. Seine Fähigkeit, sich technische oder physikalische Fragen klar vorzustellen und sich anschauliche Bilder davon zu formen, liegt meist in der anderen Gehirnhälfte als das, was er an Mathematik gelernt hat. Es ist für ihn und für den Lehrer die größte Schwierigkeit, diese beiden Gehirnhälften zum Zusammenarbeiten zu bringen. Auf dieses Ziel steuert *Föppl* klar und sicher los; darum dient ihm als Grundlage seiner Darstellung die Vektorenrechnung; sie ist die festeste Brücke, die von der physikalischen Anschauung zur mathematischen Formulierung und zur rechnerischen Durchführung des Einzelproblems führt. Der Studierende überwindet das oft vorhandene anfängliche Mißtrauen gegen die Vektorenrechnung leicht, wenn er erkennt, daß sie ganz identisch ist mit den

graphischen Methoden, die ihm in der Regel leichter eingehen als die rechnerischen. So wird ihm gerade diese Behandlung des Stoffes besonders förderlich.

L. Hopf, Aachen.

Wolff, H., Karte und Krokis. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1917. IV, 57 S. und 47 Figuren im Text. Preis M. 0.80.

Der Verfasser gliedert den Inhalt in zwei Hauptteile. Im ersten Teil soll ein Überblick über alle Arbeiten gegeben werden, die zur Herstellung unserer Generalstabkarten nötig sind, d. h. insbesondere über die trigonometrischen, topographischen und kartographischen Arbeiten. Die dabei gebräuchlichen Messungsmethoden und Instrumente werden kurz beschrieben. Die Benutzung der Karten, das Kartenlesen wird eingehend erklärt. Der zweite Teil beschäftigt sich mit der Anfertigung von Skizzen und Krokis. Das Orientieren der Karten und das Festlegen von Punkten nach der Polar-, Umfangs- und Koordinatenmethode, durch Rückwärtseinschnitt und Vorwärtsabschnitt, werden besonders behandelt, ebenso wird angegeben, wie man auf einfache Weise ohne besondere Instrumente Horizontal- und Höhenwinkel messen und zeichnerisch festlegen kann. Auf die Bestimmungen der Höhe und nicht nur der Lage von Punkten wird Wert gelegt, weil dies für die Geländedarstellung und für die militärische Ersteigbarkeit wichtig ist.

Das kleine Buch ist reich an Beispielen, Figuren, Abbildungen und Tafeln und dürfte eine wertvolle Ergänzung der Fachliteratur bilden. Autoreferat.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Mesopotamien.

In der Sitzung am 14. April hielt Professor C. Uhlig (Tübingen) einen Vortrag mit Lichtbildern über *Mesopotamien*. Dieses Land ist in den letzten Jahrzehnten allmählich aus dem Wüstenschlaf, in dem es seit dem 13. Jahrhundert ruhte, erwacht und hat eine stetig steigende Bedeutung gewonnen. Die Gründe hierfür sind folgende: 1. Die Entdeckungen auf archäologischem Gebiet, welche auf diesem größten Friedhof der Welt gemacht worden sind und neues Licht auf die Kindheitsgeschichte der Menschheit geworfen haben. 2. das Interesse an der wirtschaftlichen Wiedergeburt des Landes, durch welche man die heutige Öde in die früher vorhandene Blüte umzuwandeln hofft. Das Kennwort für diese wirtschaftlichen Bestrebungen heißt „Baghdadbahn“, eine verkehrsgeographische Benennung, in die sich allmählich ein politischer Klang einmischte, 3. die politischen Bestrebungen Englands, welche heute an erster Stelle stehen; sie traten für weitere Kreise durch die Behandlung der Kuweit-Frage in Erscheinung.

Über Mesopotamien liegen viele Reisebeschreibungen, namentlich von englischer Seite, vor, wie sich überhaupt die englische Forschung des Landes stets mit sehr bezeichnendem Interesse angenommen hat. Es fehlt jedoch an einer geographischen Landeskunde, ein Mangel, der auch durch *Banses* Werk über die Türkei nicht beseitigt worden ist.

Der Begriff Mesopotamien ist sehr verschieden weit gefaßt worden. Es ist unter dieser Bezeichnung nicht nur in wörtlicher Übersetzung das Zwischenstromland (el-Dschesire = Insel) zu verstehen, sondern das ganze Übergangsgebiet zwischen der Wüstentafel der alten Welt (Afrika, Arabien) gegen den Gürtel junger Hochgebirge in Vorderasien. Es bildet eine tief gelegene

flache Hohlform, die nordwest-südostwärts gerichtet ist und in dem Persischen Golf ihre natürliche untermeerische Fortsetzung findet. In die großartige, aber eintönige Weiträumigkeit des Tafellandes dringen von Osten, Westen und Norden her aus den benachbarten Falten- und Hochschollenländern fremdartige Linien ein, meist in Form langgestreckter Bergrücken, wie z. B. der Dschebel Sindschar. Die Richtung dieser Bergrücken ist verschieden; Nordwest-Südost-, Ost-West-, Nord-Süd-Streichen überwiegen jedoch. Die großen tektonischen Linien der Umrandung kommen somit auch im Lande selbst zum Ausdruck.

Während Mesopotamien als Ganzes zwar orographisch, aber nicht geologisch eine Mulde darstellt, sind die randlichen Erhebungen meist sehr flache Gewölbe mit einer Flexur nach innen. Der geologische Bau des Landes läßt einen mehrfachen Wechsel von Meeresbedeckung und Festlandsstadium erkennen. Zur Kreidezeit bestand eine Verbindung des Mittelländischen Meeres mit dem Persischen Golf. Im Beginn der Tertiärzeit lag das Land über dem Meeresspiegel, und seitdem wurde es wiederholt fast in seiner Gesamtheit unter den Meeresspiegel gesenkt und wieder gehoben, dabei vielfach von Bruchlinien durchsetzt, aber nur in geringem Grade in einzelne Schollen zerstückelt.

Die Grenzen Mesopotamiens bildet im Osten der Fuß des Westiranischen Randgebirges, die Ketten des in nordwest-südöstlicher Richtung an der persischen Grenze entlang ziehenden Sagros, gegen die die Abgrenzung ziemlich schwierig ist. Im Norden begrenzt das Hochgebirge der Osttaurischen Scholle. Im Westen die Hochschollen Syriens unser Gebiet. Im Südwesten und Süden tritt bis dicht an das rechte Euphratufer die Syrische Steppe heran, die allmählich in das wüstenhafte Arabische Hochland übergeht. Auch der Karunfluß, der südlichste der von Osten kommenden Nebenflüsse des Zweistromsystems, gehört noch zu Mesopotamien. Die so umzogene Fläche umfaßt ein Gebiet, so groß wie zwei Drittel des Deutschen Reiches. Vom Tigris gehört nur ein kleiner Teil des Quellgebiets, vom Euphrat der ganze Oberlauf oberhalb der Stromschnellen von Geger nicht zu Mesopotamien.

Ähnlich einheitlich wie der Bau ist auch das Klima. Das Land liegt nahe der Grenze zwischen dem sommertrockenen Mittelmeerklima und dem vorderasiatischen Monsungebiet mit Sommerregen. Von dem letzteren ist aber in Mesopotamien nichts zu merken, vielmehr ist das Klima in mancher Hinsicht dem mittelmeeischen verwandt, vor allem durch die Regenlosigkeit des Sommers; denn von Mai bis Oktober fällt kaum ein Tropfen Niederschlag. Leider mangelt es sehr an genaueren Beobachtungen über die klimatischen Verhältnisse. Zuverlässige barometrische Beobachtungen wurden bisher nicht angestellt, und nur von 6 Stationen liegen Windbeobachtungen vor. Namentlich im Süden sind die Regenmengen sehr gering, die Temperaturen um so höher. Trotzdem kann man nicht von tropischem Klima sprechen, denn die Winter sind kalt. Das Klima hat also einen ausgesprochen kontinentalen Charakter, ist demnach zu definieren als ein mittelmeeisches mit stark kontinentalem Einschlag. Dem Klima entspricht das Pflanzenkleid des Landes. 90 % sind Steppe, d. h. Land, das während und nach der Regenzeit im Grün frischer Vegetation prangt, in der andern Jahreshälfte dürr und öde daliegt. Dann merkt man es dem Steppenboden, wenigstens in der Südhälfte Mesopotamiens, kaum an, daß es jemals Vegetation getragen hat.

Man kann Mesopotamien in drei große natürliche

Landschaften einteilen: 1. Nieder-Mesopotamien oder Irak, das vom Persischen Golf bis etwas nördlich von Bagdad reicht. Es ist eine nur durch Flußalluvionen gebildete völlige Ebene, das alte Babylonien, heute ein Land der Sümpfe und des Fiebers mit riesigen Ruinenstätten, unzähligen Scherbenhügeln und einem wahren Labyrinth von Resten und Trümmern alter Kanalbauten. 2. Mittel-Mesopotamien oder el-Dschesire, aus tertiären Schichten aufgebaut. Es umfaßt das dreieckige Gebiet zwischen dem mittleren Euphrat und Tigris und dem Südfuß der am weitesten nach Süden reichenden Gebirge. Mit Ausnahme der Teile in nächster Nachbarschaft der Flüsse stellt es ein wenig wertvolles Weideland dar, eine als Schiefebene langsam nach Nordwesten bis zu etwa 300 m Höhe ansteigende Steppentafel. Die Vegetation auch der Südhälfte des Gebietes ist nicht, wie es seitens des österreichischen Pflanzengeographen v. *Handel-Mazzetti* geschehen ist, als Wüste, sondern als Trockensteppe zu bezeichnen, da die Flächen mindestens während eines Vierteljahrs als Weideland benutzt werden können. 3. Ober-Mesopotamien reicht vom großen Euphratbogen nach Osten zum Tigris und dann über die Gegend von Mosul nach Südosten bis zum Dijala. Hier treten mannigfaltige Formen auf, viele selbständige Bergländer, dazwischen jedoch Ebenen und Becken. Ober-Mesopotamien ist der Teil des Landes, in dem der Regenfall bereits so ergiebig wird, daß Ackerbau ohne Bewässerung möglich ist, was in den südlichen zwei Dritteln nicht der Fall ist. Die Hauptstadt ist Mosul, mit 40 000 bis 80 000 Einwohnern (so ungenau sind die Schätzungen), in sehr ungesunder Gegend. Gegenüber, am linken Tigrisufer, erheben sich die Ruinen von Ninive, der alten Hauptstadt Assyriens. Ober-Mesopotamien hat eine wesentlich andere Flora als der Süden. Vor allem sind die Bäume häufiger, wenn auch eigentliche Wälder in unserem Sinne nicht vorkommen.

Das vereinigende Band, welches diese drei Teile Mesopotamiens zu einer Einheit zusammenschließt, ist das Doppel-Stromsystem des Euphrat und Tigris. Ersterer ist doppelt, letzterer anderthalbmal so lang wie der Rhein. Die mittlere Wasserführung beider zusammengenommen ist jedoch nur etwa ebenso groß wie diejenige des Rheins unterhalb Wesel. Im Anschluß an die winterliche Regenzeit tritt das Hochwasser regelmäßig im Frühjahr ein, mit höchstem Stand im April, tiefstem im Oktober. Die Flüsse entwässern etwa 17 % des Landes beständig, 53 % nur zeitweise, während 30 % dauernd abflußlos sind. Der Schatt el-Arab, zu dem sich beide Flüsse im untersten Teile ihres Laufes vereinigen, hat zwei Barren, die es nur Schiffen mit höchstens 5 m Tiefgang gestatten, bis Basra zu fahren, das einen bedeutenden Schiffsverkehr und eine große Zukunft hat. Interessant sind hier die Gondeln, die in ihrer Form den venezianischen durchaus ähneln und auf die früheren Beziehungen zu Venedig hindeuten. Nur hier im Süden finden wir größere Palmenhaine. Im nördlichen Irak bilden sie nur schmale Kulissen an den Stromufern. Nur im Unterlaufe des Tigris kann von richtiger Schifffahrt und auch von richtigen Schiffen die Rede sein. Zwischen Diarbekr und Samarra ist ein Wassertransport nur stromabwärts möglich. Man bedient sich dazu jener seit fünf Jahrtausenden benutzten Flöße, die aus aufgeblasenen Kleinviehhäuten zusammengesetzt sind; jeder Schlauch besitzt etwa 25 kg Tragfähigkeit. Diese „Kelek“ werden am Bestimmungsort auseinandergenommen, die Schläuche von Luft entleert, zusammengepackt und auf dem Landwege wieder stromaufwärts

transportiert. Ein anderes Fahrzeug ist die „Guffa“, ein großer kreisrunder, mit Pech gedichteter Korb, der namentlich zum Übersetzen von einem Ufer nach dem anderen benutzt wird. Auf dem Euphrat, wo die Schifffahrt noch schwieriger ist, benutzt man für den Verkehr stromabwärts fährenartige plumpe Holzkästen, die am Bestimmungsort zerkleinert und als Holz verkauft werden.

Auch sonst sind die Verkehrsverhältnisse heute noch außerordentlich schwierig. Es gibt im ganzen Lande keinen einzigen guten Weg von der Art unserer Landstraßen. Um so größere Bedeutung kommt der Bagdadbahn zu, von deren Fertigstellung die Zukunft des Landes abhängt. Leider fehlt zurzeit noch ein 600 km langes Stück an der Vervollendung der Bahnstrecke.

Die Zukunft Mesopotamiens ist in seiner Weltlage begründet. Es ist ein Durchgangsland zwischen dem Mittelmeer und dem Indischen Ozean einerseits und zwischen Innerasien über Iran nach Syrien und Ägypten andererseits. Es kreuzt sich die Nordwest-Südost-Richtung mit derjenigen von Westen nach Osten. Von letzterer ist das Wegstück Mosul—Aleppo besonders wichtig.

Die Bevölkerung ist gering. Sie beträgt nur 2,7 Millionen, von denen die Hälfte Araber oder wenigstens arabisiert sind. Dieser Teil der Bevölkerung zerfällt in Nomadenstämme und aussässige Bauern. Demnächst sind die Kurden, namentlich in Ober-Mesopotamien, der wichtigste Stamm. Außerdem spielen Armenier, Perser, Inder, Syrer und Hebräer eine Rolle. In Bagdad wohnen allein 40 000 Juden. Die herrschende Bevölkerung sind die Türken, die überall als Beamte und Soldaten sitzen.

Die Tatsache, daß heute nur etwa ein Sechstel der Fläche bewirtschaftet wird, die im Altertum bebaut wurde, ist auf den allgemeinen Rückgang der Kulturen in Mesopotamien zurückzuführen, auf die Vernachlässigung der Schutzvorrichtungen für den Ackerbau und der Kanalbauten sowie auf die völlige Ablenkung der Handelswege, namentlich des einstigen Großhandelsweges nach Indien. Pläne zur Wiederbelebung der Kulturen liegen vor in den großartigen Bewässerungsprojekten des englischen Ingenieurs *Willcocks*. Da es jedoch vor allem an Menschen fehlt, so kann diese Arbeit nur langsam vor sich gehen. England hofft den Bevölkerungsüberfluß Indiens nach Mesopotamien ableiten zu können. Der gesamte Handel betrug vor dem Kriege nur etwa 60 Millionen Mark in Ein- und Ausfuhr, wovon ein Drittel auf den Transithandel mit Persien kommt.

Der Vortrag wurde durch zahlreiche Lichtbilder erläutert, die der Redner zum Teil Geheimrat Professor *M. Reich* und Dr. *V. Pictschmann* verdankt. Besonderes Interesse boten die Ansichten von den Siedlungen des Landes, wie Urfa, Djarabekr, Mosul, Ana, Bagdad, Hit, Samarra, Kerbela, Nedscheh, Basra, ferner das für Bewässerungszwecke benutzte hohe Wasserrad, die „Naura“, mit welcher das Wasser aus dem Fluß geschöpft wird, sowie zahlreiche Bilder von „Tells“. Die so benannten Hügel gehören zu den auffallendsten Charakterzeichen der Landschaft. Ihre geologische Entstehung kann sehr verschiedenartig sein. Einige sind vulkanischen Ursprungs, andere durch Erosion isoliert. Sie trugen in alten Zeiten menschliche Siedlungen. Am interessantesten aber sind die Tellformen, die der Hand des Menschen ihre Entstehung verdanken, sei es, daß es sich um absichtlich aufgebaute künstliche Hügel handelt, oder daß solche Hügel unbeabsich-

tigt durch den Zerfall alter Bauten entstanden. Auf diesen wurden häufig später neue Siedlungen angelegt, und wir finden oft die Reste von einem Dutzend alter Siedlungen übereinander. So entsteht schließlich aus den Schuttmassen vergangener Kulturepochen ein ansehnlicher Hügel, ein „Tell“.

O. B.

Ornithologische Mitteilungen.

Durch eine im Jahre 1915 erlassene Verfügung des Kgl. Regierungs-Präsidenten in Danzig wurde in der Gegend von Neufahrwasser eine **neue Vogelschutzstätte an der Ostseeküste** geschaffen. Der östlich der Ostmole am Weichseldurchbruch bei Östlich-Neufähr gelegene sogenannte Messinasee — genannt nach einem Schoner Messina, der 1867 dort strandete — und die östlich und südlich angrenzenden Alluvionen, die sogenannte Messinainsel, der Osthaken nebst dem nach der Ostsee vorgelagerten Düngengelände und das sumpfige Südufer des Messinasees, wurden mit Genehmigung der zuständigen Minister als Vogelschutzstätte erklärt. Sie umschließt ein Gebiet von rund 182 ha. Über die schwierigen Vorverhandlungen mit den verschiedenen Behörden, über die Pflanzenwelt und die das Gebiet bewohnenden und besuchenden Vögel finden sich in dem Schlußheft des 3. Bandes (1916) der von *Conwentz* herausgegebenen Beiträge zur Naturdenkmalpflege von *Herrmann*, *Preuß* und *Ibarth* erstattete interessante Berichte.

Während sich sonst der Naturschutz von Gesellschaften und Einzelpersonen in ornithologischer Hinsicht vornehmlich Gebieten zugewendet hat, in welchen seltene Arten hegebt und als Naturdenkmäler vor dem völligen Erlöschen und Verschwinden geschützt, in denen Brutkolonien von Seevögeln in ihrem Bestande erhalten und durch rationellen Schutz in ihrer Entwicklung gefördert wurden, ist hier am Messinasee ein Schutzgebiet für Vogelarten geschaffen worden, die weder als seltene noch in irgend einer Weise in ihrem Bestande bedrohte bezeichnet werden können. Prof. *Ibarth* in Danzig, der den ornithologischen Bericht erstattet, führt in einem Verzeichnis der in dem Gebiet beobachteten Vögel 123 Arten auf, d. s. ca. 38 % der für Deutschland allgemein angenommenen Zahl. Von diesen 123 Arten entfallen 99 auf zufällige und unregelmäßige Besucher, so daß augenblicklich nur 24 Formen verbleiben, d. h. nur 12 % der für Deutschland rund anzunehmenden Brutvögel, die als Bewohner der Vogelschutzstätte anzusehen sind. Die von Prof. *Ibarth* aufgeführten nistenden Spezies sind bis auf eine, vielleicht nur vorübergehend vorkommende Art, durchgehends Formen, die im ganzen Ostseelitoral häufig vorkommen und, vielleicht mit Ausnahme von *Charadrius hiaticula hiaticula* L., *Tringa alpina schinzi* Brehm — nicht *Tringa alpina alpina* L., wie *Ibarth* irrtümlich aufführt — und *Anas penelope* L., im ganzen Gebiet der norddeutschen Tiefebene regelmäßig und in einzelnen Teilen derselben häufig brüten. Diese brütenden Arten kommen, als fest angesessene Formen, für eine Vogelschutzstätte allein in Betracht und bestimmen den ornithologischen Charakter des Gebietes.

Eine Art befindet sich allerdings unter diesen Brutvögeln, die ein besonderes Interesse für sich in Anspruch nehmen darf. *Ibarth* ist der Nachweis des Vorkommens der Bartmeise *Panurus biarmicus biarmicus* L. gelungen. Am Rande eines Rohrgeleges beobachtete er am 17. November und später in drei Stücken am 15. Juni Vögel genannter Art, so daß an dem

Brüten der Bartmeise in dortiger Gegend kaum gezweifelt werden kann. Die versteckte Lebensweise und die Unzugänglichkeit des Geländes entziehen diese Art der häufigeren Beobachtung. Die genannte Meise bewohnt heute Südeuropa, einen kleinen Teil Englands und Hollands. Aus dem Gebiet von Ostfriesland bis Holstein und Mecklenburg, in dem sie früher vorkam, ist sie seit Dezennien bereits verschwunden. Ob sie am Messinasee ein regelmäßiger, ständiger Brüter ist, wird die Zukunft lehren.

Die von Ibarth aufgeführten weiteren 99 Arten sind mehr oder weniger zufällige Erscheinungen, die heute auftreten und morgen fehlen, für das Gebiet als Vogel-freistätte aber nicht in Betracht kommen. Ob die relativ sehr geringe Zahl der Brutarten die Schaffung eines besonderen Vogelschutzgebietes an der genannten Örtlichkeit nötig machte, ist eine Frage lokaler Natur. Daß sich die Zahl der brütenden Arten, soweit die Bodenkonfiguration des Geländes dies eben zuläßt, unter den augenblicklich geschaffenen Schutzbedingungen sicher erhöhen wird, ist anzunehmen. Vorläufig bleibt die Zahl der in der Freistätte brütenden Arten, wie bereits bemerkt, eine ungemein geringe, wenn man erwägt, daß z. B. zur Brutzeit in einem Gebiet um Potsdam 73 Arten, von *Helffer* am Werbellin 76 Arten und von *Heinroth* in Golm bei Werder 48 Formen an einem Nachmittag festgestellt wurden.

Wie dem aber auch sei: Jedes Reservat, welches dem Schutze der Tierwelt dient, ist mit Freuden zu begrüßen. So auch das am Messinasee. Der Regierung darf man dankbar sein, daß sie wieder eine neue Vogel-freistätte in das Leben gerufen. Zugleich aber darf man auch auf die notwendige Schaffung einer ähnlichen Freistätte für die schöne Zwergmöwe, *Larus minutus* Pall, hinweisen, welche in Deutschland nur noch an wenigen Punkten des Ostseelitorales als Brutvogel vorkommt und deren Individuenzahl in den kleinen vorhandenen Kolonien mehr und mehr zurückgeht. Und von einer Abnahme bis zum völligen Erlöschen ist, wie schon oft betont wurde, nur ein Schritt!

Über die Übertragung von Blütenstaub männlicher auf weibliche Pflanzen durch Vögel hat Dr. *Stadler* in Lohr vor kurzem eine interessante Mitteilung veröffentlicht. Es wurde beobachtet, daß mehrere Kohlmeisen emsig in den Blütenkätzchen einer Salweide nach Insekten suchten, lange auf den Blüten verweilten oder sie abrupften. Dabei wurden sie über und über mit den gelben Pollen bedeckt. Zuweilen rüttelten sie wie Kolibri vor den Kätzchen. Dabei kam dem Beobachter der Gedanke, daß die Kohlmeisen auf diese Weise als Verbreiter des Blütenstaubes wirken müssen. Denn es ist selbstverständlich, daß sie, mit den Pollen männlicher Weiden bestreut, des öfteren auf weibliche Pflanzen überfliegen und hier eine Bestäubung vermitteln.

Über den „Schwanengesang“ der Vögel, d. h. über die Gesangsäußerungen kranker und sterbender Vögel war vor einiger Zeit eine Kontroverse zwischen Prof. *Zimmer* in München und Dr. *Schünke* in Berlin entstanden. Ersterer hatte darauf hingewiesen, daß „Gesang und Paarungsruf der Ausfluß von geschlechtlicher Erregung oder von gesteigertem Empfinden überhaupt seien, nicht immer von Wohlbefinden, denn der todkranke Käfigvogel singt oft noch ein Sterbelied“. An dieser Bemerkung nahm Dr. *Schünke* Anstoß und glaubte sie nach seinen Erfahrungen als eine sehr gewagte Behauptung bezeichnen zu dürfen. Nun hat Prof. *Braun*, wohl der beste lebende Gesangespsychologe,

zu diesem Gegenstand Stellung genommen. Nach seiner Auffassung wäre es falsch, die Frage, ob kranke oder gar sterbende Vögel singen, mit einer kurzen eindeutigen Antwort zu bedenken. Mit Recht weist er darauf hin, daß sich die verschiedenen Arten in dieser Hinsicht grundverschieden verhalten, und daß außer den artlichen Unterschieden auch mit vielen individuellen Abweichungen gerechnet werden muß. Der Begriff der Krankheit, so führt *Braun* aus, ist viel zu weit, als daß wir ihn bei solchen Untersuchungen ohne viele Zusätze und Einschränkungen anwenden könnten. Einzelne Arten, die er beobachtete, zeigten hinsichtlich ihrer Erregbarkeit zuweilen ganz scharf ausgeprägte Eigentümlichkeiten. Auf Grund seiner ein Menschenalter umspannenden Erfahrungen pflichtet *Braun* Prof. *Zimmer* bei, daß „Schwanenlieder“ todkranker Vögel durchaus in den Bereich der Möglichkeit gehören. Doch sind sie immerhin als recht seltene Erscheinungen zu bezeichnen.

H. Schalow, Berlin.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Einige Mitteilungen über den gegenwärtigen Stand des englischen Militärflugwesens sind dem Schlußbericht des Untersuchungsausschusses über Verwaltung und Führung des Königlichen Englischen Fliegerkorps („R. F. C.“) zu entnehmen. (Vergl. *The Aeroplane* 27. XII. 16.) Der Bericht sucht sich im wesentlichen gegen die Anschuldigungen zu rechtfertigen, die gegen die Verwaltung und Führung des englischen Fliegerkorps erhoben worden sind; ein großer Teil desselben behandelt daher Fragen der inneren Organisation und der Beschaffung von Flugzeugen und Motoren. Nach den gemachten Angaben soll die Zahl der englischen Flugzeuge vor dem Kriege 179 betragen haben. Davon befanden sich 66 außerhalb des Landes und von dem Rest waren nur etwa 20 in kriegsbrauchbarem Zustande. Seitdem hat sich die Zahl um das 20-fache vermehrt und wächst beständig. Es wird Wert darauf gelegt, daß jeder Flugzeugführer Offizier ist oder doch bald dazu befördert wird; Nachwuchs ist stets in großer Zahl vorhanden. Auf die Ausbildung der Beobachter, die zum größten Teil den Armeeoffizieren entnommen sind, wird große Sorgfalt verwendet. Die Ausbildung derselben in Hinsicht auf Luftkampf und Gebrauch des Maschinengewehres ist noch ungenügend. Es wird hervorgehoben, daß der Dienst als Beobachter schwieriger und nervenaufreibender ist als der Dienst als Flugzeugführer (ausgenommen dürfen hier wohl die Kampfflieger sein). Außer allgemeinen militärischen Kenntnissen muß der Beobachter über artilleristische Sonderkenntnisse verfügen. Unbedingt erforderlich ist dann Übung im Photographieren, Bombenwerfen und Maschinengewehrschießen. Ferner wäre noch ergänzend die Bedienung der funktentelegraphischen Einrichtung hinzuzufügen. Es wird vorgeschlagen, die Beobachter durch bessere Beförderungsaussichten mehr zu ermutigen. Das Ideal einer Flugzeugbesatzung wird in der Auswechselbarkeit zwischen Führer und Beobachter erblickt. Der Gedanke der Doppelsteuerung wird neuerdings wieder aufgenommen. Dadurch soll die Lage des Beobachters günstiger gestaltet werden, indem er bei Versagen des Führers die Möglichkeit besitzt, das Flugzeug zur Erde zu bringen. Diesem Projekt stand bisher die Meinung der Führer entgegen, welche in dem unzeitigen Eingreifen von Seiten des Beobachters das Eintre-

ten von Unfällen befürchteten. Die Ansicht der Flugzeugführer über diesen Punkt hat sich neuerdings geändert, und nachdem sie sich mit dem Gedanken ausgesöhnt haben, will man die an und für sich alte Idee verwirklichen. Technische Schwierigkeiten in dieser Hinsicht liegen nicht vor. Der zweite Steuergriff soll abnehmbar sein und erst bei Bedarf eingesetzt werden. Es wird dann allerdings nötig, daß die Beobachter einige Übung in der Steuerung des Flugzeuges erhalten, und es wird die Ausbildungszeit noch weiter verlängert. Es wird darauf hingewiesen, daß die Maschinen früher mit zu vielen Vorrichtungen ausgestattet waren, zum Teile infolge Übereifers einzelner Führer (sog. Weihnachtsbaum-Maschinen). Dieses ist schon seit längerer Zeit verboten. Von den vier Hauptvorrichtungen (Bomben, Maschinengewehr, Funkentelegraphie und Lichtbildgerät) darf jetzt kein Führer mehr als zwei gleichzeitig mitnehmen.

Über die Vorherrschaft in der Luft ist dem vorliegenden Berichte folgendes zu entnehmen: Es wird zugegeben, daß die Vorherrschaft in der Luft innerhalb eines Zeitraumes von 6 Monaten, beginnend Oktober 1915, auf deutscher Seite lag. Dieser Zustand trat mit dem Auftauchen der Fokkermaschinen ein, gegen welche die englischen Beobachtungsflugzeuge kein wirksames Schutzmittel hatten, und es wird angegeben, daß beispielsweise in der ersten Hälfte des März 12 Todesfälle vorgekommen sind. Am meisten hatte unter den Fokkerflugzeugen der englische B. E. Doppeldecker zu leiden, eine ziemlich langsame und wenig wendige Maschine, die jetzt stets Kampfflugzeuge als Begleitung erhält. Mit den neuen englischen Flugzeugen ist die frühere Vorherrschaft mehr als wiedergewonnen.

Zur Bekämpfung der Zeppeline wird die Ansicht vertreten, daß dieselben in ihren Heimatshäfen vernichtet werden müssen. Allerdings werden die weiten Entfernungen als große Schwierigkeit angesehen. Man hofft indessen, dieses Ziel mit einem neuen Flugzeugtyp von bedeutender Geschwindigkeit und großer Tragkraft, der jetzt in großer Zahl angefertigt wird, zu erreichen. Ein Punkt der Anklageschrift besagt, daß in der Nacht vom 31. Januar 1916 14 oder 15 Maschinen zwecklos ausgesandt worden sind und $\frac{3}{4}$ der Führer getötet wurden. Zur Rechtfertigung wird angeführt: Es war ein Zeppelinangriff auf London als drohend gemeldet und der Aufstieg von Patrouillen um 7.35 und 9 Uhr abends befohlen, jedoch mit dem ausdrücklichen Satze, falls es das Wetter erlaubt. An den meisten Plätzen unterblieben wegen Bodennebel die Aufstiege. Eine Anzahl der eifrigsten Flieger stieg jedoch auf; bei den Landungsversuchen wurden 11 Maschinen beschädigt oder zerstört, vier Führer verletzt, zwei davon tödlich. Als Angriffsflugzeuge gegen Zeppeline wird ein besonderer Typ von hoher Eigenstabilität verwendet. Dadurch soll dem Führer bei Nacht die Steuerung des Flugzeuges möglichst erleichtert werden.

C. Wieselsberger, Göttingen.

Wenn in der jetzigen Zeit überall der Ruf ertönt: Baut Kartoffeln, Hülsenfrüchte, Ölfrüchte, Faserstoffe, sorgt für Getreide, für Viehfutter usw., so ist ebenso die Aufforderung berechtigt: Laßt keine Nährwerte zuschanden gehen, welche die Natur ohne unsere Mühe-waltung erzeugt, die sie uns ohne unser Zutun schenkt, und die wir nur zu ernten brauchen, ohne vorher säen zu müssen. Man denke nur an die reichen Ernten, welche die Pilze abgeben, und die vielfach unbenützt zugrunde gehen. Die Streitfrage, ob die Pilze die ihnen

zugeschriebenen Nährwerte in der Tat besitzen, und ob sie den hohen Eiweißgehalt wirklich, und wenn, ob sie das Eiweiß in für den Menschen verdaulicher Form enthalten, ist, wie G. Dittrich in seiner Schrift **Mittel und Wege zur Pilzkenntnis** (Sonderabdruck aus dem 93. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterl. Kultur) mitteilt, durch einwandfreie Versuche gelöst und bejaht worden. In vielen Aufrufen ist von maßgebenden Stellen das Publikum häufig ermahnt worden, sich Pilze zu sammeln, sie zu trocknen oder aus denselben Auszüge zu bereiten, um in Zeiten, wo andere Nahrungsstoffe zu fehlen pflegen, gute Ersatzstoffe zu Verfügung zu haben. So richtig derartige Aufforderungen gemeint waren, scheiterte der Versuch des Pilzsammelns meist an der Unkenntnis der Sammler, die sich fürchten, anstatt brauchbarer Pilze schädliche und giftige mitzunehmen und so sich und ihre Angehörigen durch den Genuß schweren Krankheiten auszusetzen. Es ist deshalb anerkennenswert und verdienstvoll, daß der Verfasser in obiger Schrift dem Volke praktische Winke erteilt, wie man sich eine ausreichende Pilzkenntnis verschaffen kann. Der Verfasser ist dazu besonders berechtigt, diese Aufgabe zu erfüllen, weil er bewandert in der Pilzkunde, sich dadurch ein besonderes Verdienst erworben hat, daß er die in den letzten Jahren in Deutschland bekannt gewordenen tödlichen Vergiftungen durch Pilze gesammelt und gesichtet hat und hierbei feststellen konnte, daß nicht alle bisher als besonders giftig bezeichneten Pilze wirklich diesen Ruf verdienen. Die Pilzkunde ist nicht ganz einfach zu erlernen. Berufene und Unberufene haben eine Menge von Pilzbüchern herausgegeben. Aus diesen Büchern dasjenige herauszusuchen, was für den Einzelnen paßt, ob er Anfänger ist oder schon einige Kenntnisse der Materie besitzt, ist schwierig, oft unmöglich. Der Verfasser trifft eine Auswahl von empfehlenswerten Pilzbüchern, schildert das einzelne Buch nach seinem Inhalt, seinen Abbildungen und seinem Preise und setzt dadurch den Leser in den Stand, sich dasjenige auszusuchen, was ihm für seinen Geldbeutel und seine Bedürfnisse paßt.

Wie man einen Pilz aus einem Bestimmungsbuch feststellen kann, wird ebenfalls an einem Beispiel gezeigt. Besser als alle theoretischen Erklärungen, selbst wenn sie durch gute Abbildungen unterstützt würden, sei es, sich der Führung eines gediegenen Pilzkenners auf seinen Wanderungen anzuschließen. Verfasser hat selbst solche Wanderungen ausgeführt. Pilzausstellungen, Pilzauskunftsstellen und Verdeutschung der offiziellen lateinischen Namen werden ebenfalls durch den Verfasser berührt, so daß jeder, der sich eine genügende Kenntnis der Pilze verschaffen will, die vorliegende aufklärende Schrift sich vorher kommen lassen sollte: er wird dieselbe mit Erfolg benutzen.

F. Duysen, Berlin.

Über ein Kulturverfahren zur Vermehrung der Getreideerzeugung berichtet H. Devaux (C. R. 164. 191. 1917). Er glaubt auf Grund der von ihm seit 1915 angestellten Untersuchungen durch einfache Änderungen des Kulturverfahrens den Ertrag des Getreidebaues bedeutend vermehren zu können. Nach Beobachtungen, die in alter und neuer Zeit angestellt, und nach Erfahrungen, die seit undenklicher Zeit in China gemacht worden sind, besitzt nämlich das Getreide in der ersten Zeit seiner Entwicklung ein außerordentliches Sprossungsvermögen. Wenn beim Getreidebau diese Fähigkeit begünstigt wird, so kann eine einzige Wurzel gewaltige Büschel treiben, die mehr als 50 und 100 Stengel enthalten. Büschel

von 300 und 400 Ähren sind ganz gewöhnlich in der Mandschurei, und nach Dr. Rey soll der Ertrag eines Hektars an Getreide dort auf 150 Hektoliter zu schätzen sein.

Die von Devaux 1915 und 1916 angestellten Versuche bestätigen dies. Nach ihm sind die wichtigsten Bedingungen für die Erzielung einer kräftigen Sprossung und guter Ernten folgende: 1. Frühzeitige Aussaat, welche den Pflanzen die Möglichkeit gibt, vor dem Winter kräftig Schößlinge zu treiben; 2. Zwischenraum zwischen den Saatreihen, damit diese kräftiger entwickelten Pflanzen mehr Licht und mehr unausgenutzten Boden zu ihrer Verfügung haben; 3. wiederholte Häufelung (zwei- oder dreimal), wodurch eine rasche Vermehrung von neuen Wurzeln und neuen Stengeln bewirkt wird; 4. die Umsetzung der Pflanzen, wobei man bis zu Abständen von 40 cm gehen kann. Hierdurch wird die Wirkung der Häufelung stark erhöht, doch ist diese letzte Operation nicht unerlässlich. Zu diesen besonderen Bedingungen treten noch die allgemeinen, die jeglichen Pflanzenbau begünstigen, wie Bearbeitung des Ackerbodens, Düngen, Jäten usw.

Zum Beweise dieser Behauptungen führt Devaux seine eigenen Erfahrungen an, die er durch Bestellung einer Fläche von 1000 qm in der Nähe von Bordeaux gesammelt hat. Bei diesen Versuchen, die er mit Unterstützung der Pariser Akademie ausgeführt hat, verwandte er vier verschiedene Getreidesorten (Blé hybride inversable de Vilmorin, blé rouge de Bordeaux, blé du Bon fermier und blé Riéti barbu). Diese wurden auf einem mageren, sandigen und steinigen Boden ausgesät, der bis zum April 1916 brach gelegen hat. Nach seiner Umbrechung wurde er zweimal gepflügt, mäßig gedüngt und am 19. August besät. Die Aussaat erfolgte in Reihen von 30 cm Abstand in 12 cm tiefen und breiten Furchen, in welche die Körner vor der Wiederbedeckung festgestampft wurden. Die Erde war feucht und die Temperatur hoch, so daß die Keimung rasch einsetzte. Nach drei oder vier Wochen wurde durch einfaches Hacken Erde auf die Keime gebracht, was eine leichte und vollkommen genügende Häufelung der jungen Pflanzen bewirkte. Diese entwickelten sich darauf sofort in ganz überraschender Weise. Durch üppige Sprossung wurden die meisten Stengel zu wahren Büschen, die 10, 20 bis zu 60 und 70 einzelnen Stielen zählten. Diese wunderbare Entwicklung ging im Oktober und November vor sich. Wenn man vorsichtig diese Büsche ausgräbt und die Erde aus ihrem Wurzelwerk auswäscht, so erkennt man, daß sie in der Regel aus einem einzigen Korn entsprossen sind. Der erste Zwischenknoten, in der Länge von 2 bis 3 cm, ist einheitlich bis zu dem Verzweigungsknoten, der einen wahren Stamm von 2 bis 5 cm Dicke bildet. Von dem mit blé de Bordeaux, der am wenigsten zur Sprossung geneigten Weizenart, bestellten Gelände wurden 6 qm, die 177 Pflanzen trugen, ausgegraben, von diesen hatten

92 kleine Stämme	432 Stiele, im Mittel	4,7
51 mittlere "	561 " " "	11,0
34 große "	694 " " "	24,4

im ganzen 177 Stämme 1687 Stiele, im Mittel 9,5

Im Mittel fanden sich also auf einem Quadratmeter 30 Büsche mit 261 Stengeln, von denen 116 durch nur 6 Büsche hervorgebracht waren. Wenn man diese sechs großen Büsche einer besonderen Behandlung durch Häufelung unterzöge, so würde man sicherlich noch größere erhalten, die 50 und 100 Stiele besäßen. Aber man könnte sie auch umpflanzen, und dies hat Devaux

mit seinen vier Weizenarten getan. Die Umpflanzung ist vollkommen gelungen, obgleich sie im tiefen Winter vorgenommen wurde. Jeder Stamm hat in reichlichem Maße neue Wurzeln und Blätter getrieben.

Wir sehen also hiernach die sichere Möglichkeit vor uns, in Zukunft ganze Felder von Getreidebüschen zu haben, die verpflanzt oder auf derselben Stelle gewachsen sind, und von denen jeder 50, 100 oder mehr Stengel besitzt. Bei 6 bis 10 solcher Büschen auf dem Quadratmeter würde man wenigstens 500 Ähren auf dieser Fläche haben, was zum mindesten 50 Zentner Getreide auf den Hektar ergeben würde. Dies wäre vielleicht das Doppelte einer guten Ernte, wie sie bei dem bisherigen Kulturverfahren erreicht wurde. Die außerordentlichen und fast fabelhaften Ernten der Chinesen sind also keine Utopie: man kann sie in Frankreich verwirklichen durch einfache Änderungen des gewohnten Kulturverfahrens (C. R. 164, 191, 1917).

Eine Bestätigung des Relativitätsprinzips glaubt H. K. de Haas gefunden zu haben bei einem Versuche, die Frage zu beantworten, ob die Schwere zu ihrer Auswirkung im Raume Zeit brauche. Bei dem Versuche wurden an den Enden einer Torsionswaage zwei Kugeln von gleichem Gewicht (11,66 g) angebracht, die eine aus Platin (Dichte 21,5) und die andere aus Paraffin (Dichte 0,87). An dem Wagebalken war ein Spiegel befestigt, von dem ein darauf fallender Lichtstrahl auf einen sich 3,4 mm in der Stunde fortbewegenden Film zurückgeworfen wurde. Die Wage war so empfindlich, daß eine senkrecht zum Wagebalken wirkende Kraft von nur $2,96 \cdot 10^{-7}$ Dynen auf 1 g einer der Kugeln eine Ablenkung des Lichtfleckes auf dem Film um 1 mm hätte bewirken müssen. Die Bewegung des Apparates mit dem Sonnensystem erfolgt des Morgens mit einer Geschwindigkeit von 30 km in entgegengesetzter Richtung wie des Abends. Der denkbare Einfluß eines „Ätherwindes“ auf den Apparat hätte sich das eine Mal auf der rechten und das andere Mal auf der linken Seite bemerkbar machen und so eine Drehung herbeiführen müssen. Der hierzu erforderliche Unterschied der Kraftwirkung auf die beiden Kugeln hätte nur $1,48 \cdot 10^{-7}$ Dynen zu betragen brauchen, und doch blieb jede Drehung aus, eine Ablenkung des Lichtfleckes konnte nicht beobachtet werden, obgleich der Äther durch ein Feld von Trillionen Dynen innermolekularer Anziehung hindurcheilte. de Haas berechnet nämlich die innermolekulare Anziehung für 1 g Platin zu $30,5 \cdot 10^{18}$ Dynen und für 1 g Paraffin zu $0,37 \cdot 10^{18}$ Dynen. Der Überschuß im Platin beträgt also $3 \cdot 10^{19}$ Dynen. Von diesen Kräften würden $\frac{2}{3}$ für eine etwaige Ablenkung der Wage in Betracht kommen, nämlich diejenigen, welche senkrecht zur Bewegung des Sonnensystems sind, und da diese Bewegung in 12 Stunden sich umkehrt, ist der doppelte Betrag in Rechnung zu ziehen. Von diesen $\frac{2}{3} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 10^{19}$ Dynen würden schon $1,48 \cdot 10^{-7}$ Dynen sich durch Drehung der Wage bemerkbar machen können, wenn die Ätherströmung die innermolekularen Kräfte von der Richtung ablenken könnte, die sie nach Newtons Prinzipien annehmen müßten. Der Winkel, um den sie abgelenkt werden, ist jedenfalls kleiner als 10^{-26} , das ist weniger als 1 Mikron auf eine Entfernung von 10 Lichtjahrtausenden. de Haas meint daher, daß durch diesen Versuch die Grundlehren der Relativitätstheorie mit größerer Genauigkeit bestätigt würden, als dies mit optischen Versuchen möglich sei (Proc. Amsterdam 18, 591, 1916).

A. M.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 24.

15. Juni 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Vererbungslehre bei Aristoteles und Hippokrates im Lichte heutiger Forschung. Von Prof. Dr. W. Johannsen, Kopenhagen. S. 389.

Ueber die Bedeutung bunter Farben bei Pflanzen und Tieren. Von Prof. Dr. C. v. Hess, München. S. 398.

Zoologische Mitteilungen:

Ueber biologische Beziehungen zwischen Zweiflüglern (Dipteren) und Schnecken. Der Nestbau der Tausendfüßer. Zur Physiologie und Biologie der sapropelischen Organismen. Ueber die Zucht der gefleckten Hyäne. Ueber trommelnde Spinnen. S. 400—402.

Physikalische und chemische Mitteilungen:

Gleichmäßigkeit der Wärmeausdehnung des Invars. Unmittelbare Beziehung zwischen der Kathodenstrahlung der Sonne und der Ausdehnung des die Sonne umgebenden kreis-

förmigen Scheines. Messungen der durchdringenden Strahlung. Dicke von Seifenlamellen. Elektrische Leitfähigkeit sehr dünner Metallschichten. Bewegung des magnetischen Nordpols. Kohlenextraktion und Vakuumteer. Pyrogene Acetylenkondensationen. S. 402—405.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Geschichte des Königlichen Botanischen Museums zu Berlin-Dahlem. Der Allgemeinwert technischen Denkens. Gründung der Hagen-Gesellschaft. S. 405—407.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 407.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik

Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie

von

Prof. Dr. Moritz Schlick

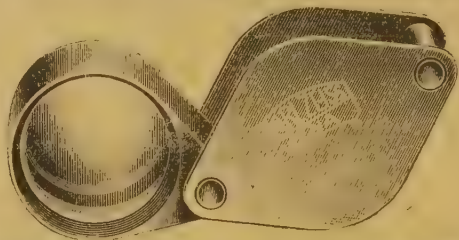
Preis M. 2.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für

Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG

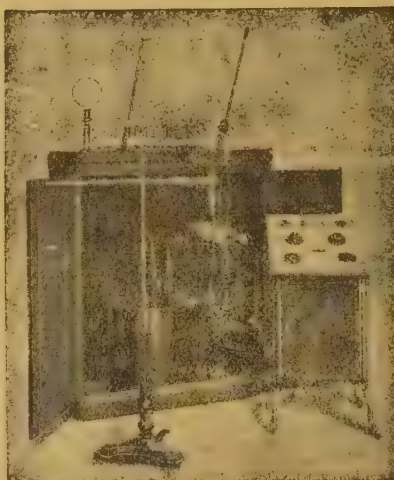


WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorfürhungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

15. Juni 1917.

Heft 24.

Die Vererbungslehre bei Aristoteles und Hippokrates im Lichte heutiger Forschung.

Von Prof. Dr. W. Johannsen, Kopenhagen.

Mit dem Durchbruch des Mendelismus und des Prinzips der reinen Linien in der Vererbungsforschung sowie auch mit Einführung der neuen Begriffe und Termini, welche durch die Entwicklung dieser Forschung zur selbständigen Disziplin (Genetik) nötig wurden, ist der Sinn für die Geschichte der Probleme stark zurückgedrängt. Gut daß wir die herkömmlichen veralteten Gesichtspunkte zersprengen, die um die Schlagwörter des Darwinismus und des Lamarckismus sozusagen Kristalle gebildet haben, und daß die landläufigen Begriffe aus der Glanzzeit des Darwinismus (Atavismus, Rückschlag, Mimicry u. a. m.) gelüftet oder kassiert werden. Vergessen darf man aber nicht, daß zahlreiche Fäden die Ideen der Jetztzeit mit Vorstellungen längst vergangener Zeiten verbinden. Es lohnt sich, ab und zu die Gedanken früherer Zeiten näher zu betrachten. Die menschlichen Denkweisen blieben sich wohl immer gleich; die verschiedenen intellektuellen und emotionellen Typen mit ihren reich variierten Kombinationen menschlicher Charakterzüge sind wohl dieselben jetzt wie im Altertum. Die Erfahrungen der Alten aber waren primitiver — eben deshalb kann es wundern, wie scharf sie oft haben sehen können. Für wenige trifft dies zu im höheren Grade als für *Aristoteles*. Er muß aber auf dem Hintergrund seiner Zeit gesehen werden.

In der griechischen Literatur des fünften Jahrhunderts, z. B. in hohem Grade bei *Euripides*, finden wir oft den Unterschied zwischen „Natur“ des Menschen — seine tiefere, von den Göttern gegebene Wesensbeschaffenheit — und seinem „erlernten“ Auftreten erwähnt. Nur wo Tugend und Sittlichkeit in der „Natur“ der Persönlichkeit wurzeln, wird ihnen tieferer Wert zugeschrieben. Konflikte zwischen den Pflichten der Menschen und ihrer mehr oder weniger unvollkommenen Natur sowie traurige Folgen einer schlechten oder schwachen Natur spielen bekanntlich eine große Rolle bei den griechischen Tragikern. Sie fassen die „Natur“ als ziemlich unveränderlich bzw. unverbesserlich auf. Wir sehen hierin Anläufe zur Trennung der Begriffe Anlagetypus (Genotypus) und Erscheinungstypus (Phänotypus).

Bei den *Hippokratikern* finden wir medizinische Gesichtspunkte. An verschiedenen Stellen der unter *Hippokrates*' Namen bekannten Schriften ist die uralte Vorstellung erblicher Übertragung persönlicher Eigenschaften durch eine Hypothese

in System gesetzt. So heißt es an einer Stelle: „... der Samen geht von dem gesamten Körper aus, gesunder von gesunden Teilen, krankhafter von krankhaften Teilen. Wenn nun von Kahlköpfigen Kahlköpfige, von Blauäugigen Blauäugige, von Schielenden Schielende in der Regel gezeugt werden und bei anderen körperlichen Gebrechen dasselbe Gesetz obwaltet, was hindert da, daß von Langköpfigen Langköpfige gezeugt werden?“

Diese Stelle bezieht sich direkt auf vermeintliche Erfahrungen über Vererbung gewisser erworbener Kopfdeformitäten. Eine andere Stelle lautet so: „Vom Samen behaupte ich aber, daß er vom gesamten Körper, und zwar von den festen Teilen sowohl wie von den weichen, wie auch von dem gesamten Feuchten im Körper abgesondert wird“ (mit „Feuchten“ wird Blut, Schleim, Galle u. dgl. gemeint). Ferner wird gesagt, daß „starker Samen“ Knaben bildet, „schwacher Samen“ aber Mädchen; aber sowohl bei Männern als bei Weibern soll beiderlei Samen gefunden werden.

Diese ganze Auffassung ist bei *Hippokrates* kaum original, sondern eine im Altertum sehr verbreitete Anschauung, die der gleichaltrige *Demokrit* und der etwas ältere *Empedokles* auch gehegt haben. Es ist ganz deutlich, daß das Auftreten elterlicher Züge und Eigenschaften bei den Kindern als eine Übertragung der Einzelheiten des persönlichen Gepräges aufgefaßt wird; man „erbt“ etwa die Nase seiner Mutter und die blauen Augen seines Vaters oder z. B. die Begabung seiner Mutter und den Rechtssinn seines Vaters usw., wie es sich nun treffen mag. Alles müßte somit erblich sein oder werden können, wie Kahlköpfigkeit, die ausdrücklich betont wird.

Die Hippokratische Lehre — so werden wir sie am bequemsten nennen — hat eine große Rolle in der Diskussion über Vererbung gespielt. Wir sehen sie als vermeintlich original bei *Darwin* in fast unveränderter Form gerade auch als Erklärung der vermeintlichen Erblichkeit sozusagen aller Eigenschaften. Diese Auffassungsart können wir von den Griechen in die Römerzeit (*Lucretius*) durch die Renaissance und die Aufklärungsperiode (*Buffon*, *Maupertuis*) bis zu *Darwin* verfolgen.

Bei *Plato*, einige Jahrzehnte jünger als *Demokrit* und *Hippokrates*, treffen wir einen Kompromiß verschiedener Anschauungen; in seinem „Staat“ sowie in den „Gesetzen“ werden öfters hierher gehörige Fragen behandelt. Wir werden seine unserer Jetztzeit vielfach nicht ansprechenden Menschengestütze nicht näher betrachten; die systematisch geordnete Kontrolle der Ehen mittelst trügerisch geleiteter Gattenverlosung,

Aussetzung der Kinder und Vertreibung der Leibesfrüchte seien hier nur genannt — Phantasten und Fanatiker jetzzeitiger Abstinenz- und Eugenikbewegungen können sich hier spiegeln. Nur *Platos* Auffassung der Vererbung hat für uns hier Interesse.

Drei Hauptpunkte bemerken wir hier. Zunächst die berühmte Aussprache (im „Staat“), daß infolge einer phönikischen Fabel verschiedene Metalle dem menschlichen Charakter beigemischt sind. Es heißt: „... aber der Gott hat, als er euch formte, denen von euch, die tüchtig zum Herrschen sind, bei der Entstehung Gold beigemischt, daher diese auch die ehrwürdigsten sind; Silber hingegen denen, die Helfer sind; Eisen aber und Erz den Landbebauern und den übrigen Handwerkern. Insofern ihr also sämtlich miteinander verwandt seid, erzeugt ihr wohl meistens solche Nachkommen, die euch selbst ähnlich sind; zuweilen aber kann auch aus einem Goldenen ein silberner Sprößling und aus einem Silbernen ein goldener Sprößling und ebenso auch bei allen übrigen wechselseitig entstehen. Den Herrschern also gebietet der Gott vor allem und zumeist, daß sie in nichts so gute Wächter sein und nichts so sehr bewachen sollen, als eben ihre Sprößlinge, nämlich was in deren Seelen etwa beigemischt sei, und daß sie, wenn ihr Sprößling mit Erz oder mit Eisen versetzt zur Welt komme, in keiner Weise Mitleid haben, sondern die seiner Begabung gebührende Geltung ihm verleihen und ihn in die Handwerker und Landbebauer verstoßen, und hinwiederum auch, wenn von diesen einer mit Gold oder Silber versetzt geboren wird, sie ihm seine Geltung anweisen und ihn entweder zu den Wächtern oder zu den Helfern hinaufbringen...“

In diesem klingen Töne, die mit den Resultaten modernster Forschung harmonieren: persönlich ausgezeichnete Individuen können minderwertige Kinder bekommen, und schlechte Personen können Nachkommen weit höherer Qualität erhalten; mit anderen Worten: der „Metallwert“ des Erscheinungstypus gibt keine Sicherheit in bezug auf die wahre Natur des Anlagetypus — diese wird nur durch die Beschaffenheit der Kinder und Enkel entschleiert.

Wir treffen aber bei *Plato* auch die traditionellen alten Vorstellungen über Vererbung. So meint er, die Erziehung könne die „Natur“ umprägen. Es heißt: „... Pflege und Bildung nämlich, wenn sie wacker bewahrt werden, erzeugen eine gute Begabung, und hinwiederum eine wackere Begabung wird, wenn sie an derartiger Bildung teilnimmt, wieder noch besser als die der früheren war, sowohl im übrigen als auch insbesondere bezüglich der Zeugung, ebenso wie auch bei den übrigen lebenden Wesen...“

Diese ideale Schulmeisterauffassung des vermeintlich rassenbessernden Einflusses der Erziehung ist ja etwas ganz anderes als die Vorstellung der von der Gottheit gegebenen goldenen oder eisernen Natur, durch welche die Persönlich-

keit geprägt werden sollte, jetzt aber finden wir eine Lehre von unbedingter Erblichkeit „erworbener Eigenschaften“. Die Hippokratische Vererbungstheorie war ja auch von dieser Auffassung getragen: waren Herz, Gehirn oder Gliedmaßen durch spezielle Ausbildung oder Drill besonders entwickelt, mußte der von diesen Organen produzierte Samen selbstverständlich auch in derselben Richtung beeinflusst sein — und die Nachkommen würden jedenfalls angeborene Beeinflussung in der betreffenden Richtung erhalten.

Plato hat aber noch ein drittes Moment in Betracht genommen, nämlich die Möglichkeit einer Vermischung oder Verdünnung der Eigenschaften durch Kreuzung. Davon redet er in den „Gesetzen“, indem er betont, daß nur solche Ehen gestiftet werden dürfen, die dem Staate förderlich sind. Es heißt: „Auch soll ein junger Mann, der sich bewußt ist, daß er etwas zu Leidenschaftlich ist und bei allen seinen Handlungen über die Gebühr rasch dreinfährt, darnach trachten, der Eidam ruhiger gesetzter Eltern zu werden. Bei einem entgegengesetzten Temperament hat einer das entgegengesetzte Verhältnis zu seinen Schwiegereltern aufzusuchen...“ Ferner: „... Wie freilich eine solche Mischung auch in den Kindern sich bildet, dieses Geheimnis vermag eigentlich niemand zu durchschauen...“

Wir haben somit bei *Plato* die folgenden Auffassungen gefunden:

1. Es finden sich ausgeprägt qualitativ verschiedene menschliche „Naturen“; die Vererbung einer gegebenen „Natur“ ist jedoch nicht sicher.

2. Bei ehelicher Verbindung verschiedener „Naturen“ wird die Möglichkeit einer Ausgleichung der Unterschiede bei den Kindern angenommen.

3. Durch äußere Beeinflussung, besonders mittelst planmäßig durchgeführter Erziehung, soll vermeintlich im Laufe der Generationen die „Natur“ verbessert werden können; dabei wird deutlicherweise eine Vererbung der erworbenen persönlichen Erziehungsergebnisse angenommen.

Wir sehen hier einen gewissen Gegensatz zwischen den Punkten 1 und 3; die Eisennaturen können offenbar nicht golden gemacht werden; sie bleiben unhelfbar. Punkt 2 mildert jedoch den Gegensatz etwas, indem die Ausgleichung sozusagen die Qualitäten gradiert. Das Ganze wird somit recht verschwommen; eine wirklich klare, durchgeführte Auseinanderhaltung der „Natur“ (innere Veranlagung, Anlagetypus, Genotypus) und der äußeren Beeinflussungen, die das persönliche Erscheinungsgepräge (Erscheinungstypus Phänotypus) mitbedingen, fehlt.

Die gebildete, nicht biologisch geschulte Allgemeinheit der Jetztzeit steht wohl im ganzen auf dem platonischen Standpunkt bezüglich des Vererbungsproblems; die meisten Erfahrungen des täglichen Lebens lassen sich ja auch leicht innerhalb der drei geräumigen Kategorien anbringen. Durch diese Einteilung ist es auch leicht, die

Kinder bzw. die Erziehungsmethoden anderer Leute zu attackieren und gleichzeitig die seinigen zu verteidigen bzw. zu entschuldigen.

Es kann wohl gesagt werden, daß erst mit *Aristoteles* wirkliche Studien über Vererbungsfragen literarische Spuren gesetzt haben. *Aristoteles*' wichtigstes hier interessierendes Werk ist seine Schrift über die Fortpflanzung, gewöhnlich als „De Generatione Animalium“ zitiert. Dieses hochinteressante Werk ist relativ wenig gelesen worden im Vergleich mit seinen im engeren Sinn naturhistorischen Werken, um nicht von seinen philosophischen und politischen Schriften zu reden. In diesen werden übrigens auch gelegentlich uns interessierende Fragen tangiert; so hebt er in seiner „Politik“ hervor, daß unverbesserlich schlechte Naturen vorkommen, wie auch geborene Sklavenseelen. Er pointiert also hier, ganz wie *Plato*, qualitative Unterschiede in der menschlichen „Natur“. Im gleichen Werke betont er die Notwendigkeit, daß Weiber während der Schwangerschaft sich bewegen, jedoch vor allerhand Erregungen geschützt werden: „denn wie die Pflanzen der Beschaffenheit des Bodens teilhaftig werden, so erhält das Kind vieles vom Zustand der Mutter.“ Hier sehen wir die populäre Vorstellung einer Übertragung rein persönlicher Eigenschaften oder gar vorübergehender Zustände der Mutter auf das Kind.

Aristoteles gibt in „De Generatione“, gestützt auf erstaunlich große naturgeschichtliche Kenntnisse, eine Theorie der Fortpflanzung, auf die wir jedoch hier nicht näher eingehen können. Wir halten uns an einen Hauptpunkt. Der Samen, meint er, ist veredeltes Blut und trägt in sich die Kraft, Form und Leben (Bewegung) zu geben, während das Blut des Weibes nur den rein passiven Rohstoff abgibt, aus welchem der Embryo entsteht. Er bemerkt dazu, daß ein Ding, das aus etwas Passivem mit Hilfe seitens etwas Aktivem entsteht, von beiden stammt oder herrührt, im ähnlichen Sinne wie etwa ein Tisch oder ein Bett sowohl vom Holz als vom Tischler herrührt. Wir dürfen vielleicht hierin einen Hinweis auf das Vererbungsmoment sehen; denn der Tisch bekommt ja sein Gepräge gewissermaßen sowohl durch die spezielle Natur des verwendeten Holzes als durch die des formgebenden Tischlers!

Der Embryo wird also nach *Aristoteles* aus Blut gebildet: „veredeltes“ männliches Blut organisiert bei der Befruchtung das unveredelte weibliche Blut. Und ausgehend von dieser Vorstellung über das Blut als körperlindend, schreitet er zur Kritik der bei *Hippokrates* gegebenen, oben angeführten Vererbungshypothese.

Die wichtige Pointe der Hippokratischen Lehre, daß sowohl Mann als Weib „Samen“ liefert, markiert einen wesentlichen Fortschritt gegenüber der unzweifelhaft sehr alten Auffassung, daß das Weib nur *Raum* (und selbstverständlicherweise auch Nahrung) zur Entwicklung des durch den Samen des Mannes zugeführten Lebenskeimes

geben sollte. Diese alte Vorstellung ist wohl am klarsten in *Aischylos*' „Eumeniden“ ausgedrückt; Apollo sagt: „Erzeug'rin ihres Kindes ist die Mutter doch nicht, ist Pfleg'rin nur gesä'ten Keims; es zeugt der Vater, sie bewahrt das Pfand, dem Freund die Freundin, wenn's kein Gott versehrt.“ *Aristoteles* nähert sich insofern *Hippokrates*, als das Weib auch seiner Meinung nach wesentlich beteiligt bei der Grundlegung des Embryos ist: denn der Samen des Mannes wirkt ja nach ihm bloß organisierend, nicht „stofflich“, sondern rein „formgebend“. Dadurch kommt aber *Aristoteles* selbstverständlich in Gegensatz zur Vorstellung, daß der Samen aus Keimchen von den verschiedenen Körperteilen gebildet werde; er bekämpft deshalb *Hippokrates*' Vererbungshypothese. In seiner Diskussion hält er sich jedoch an die entsprechenden Äußerungen *Empedokles*' und *Demokrits*, die wir nicht direkt kennen, indem ihre Schriften verloren sind.

Er sucht durch eine Reihe von ausführlichen Betrachtungen die Nichtberechtigung dieser Auffassung zu zeigen, indem er zunächst anführt, was für sie reden könnte. In dieser Beziehung soll hier nur „die als Tatsache postulierte Erblichkeit körperlicher Verletzungen“ angeführt werden: wo ein Körperteil sowohl beim Elter als beim Kinde fehlt, deutet dies darauf hin, daß dem Samen eben Sonderkeime des betreffenden Organs fehlen.

Es sind aber triftigere Gründe, die gegen diese Auffassung des Wesens der Vererbung sprechen. Ähnlichkeit zwischen Kindern und Eltern, sagt *Aristoteles*, ist kein Beweis für die Annahme, der Samen komme aus dem ganzen Körper; denn Ähnlichkeit zeigt sich auch in bezug auf Nägel und Haare sowie in der Stimme und im Gange — und von diesen Dingen kann ja nichts dem Samen zugeführt werden! Wir sehen in der Jetztzeit sofort, daß dieses Raisonnement ohne Bedeutung ist; es ist die lebende Haut, welche den Charakter der Haare und Nägel bedingt, und die Stimme und der Gang sind ja nur Ausdrücke des Spieles der Muskeln und Nerven.

Ferner wird der oft vorkommende Fall erwähnt, daß die Kinder ferneren Vorfahren ähnlicher sind als den Eltern; auch hier würde man — wie es z. B. *Darwin* tat — die Schwierigkeit überwinden können durch Hilfhypothesen etwa über im Körper vorhandene Reste des Samens der Vorfahren u. dgl. Ähnliches gilt für die Schwierigkeit, daß Samen zwei verschiedener Menschen gemischt wird, weshalb man glauben könnte, es müßten sich zwei Embryonen bilden, ein männlicher und ein weiblicher. Hier ist es jedoch leicht, eine Konkurrenz zwischen korrespondierenden Samenelementen der beiden Eltern sich vorzustellen. Schon *Hippokrates* deutet solches an, und viele spätere Autoren, z. B. *Lucretius*, haben daselbe getan.

Ferner zieht *Aristoteles* die Pflanzen in Betracht. Hätte *Hippokrates* recht, müßten auch alle Pflanzenorgane zur Samenbildung beitragen;

dieses stimmt aber gar nicht, indem oft — wie z. B. bei Propagation mittelst Stecklingen — sehr unvollständige Pflanzenfragmente sich weiter entwickeln und Samenkörner bilden können, durch deren Keimung wieder ganz normale vollständige Pflanzen gebildet werden.

Eine scharfsinnige Darstellung der großen Schwierigkeiten, die der Durchführung des Hippokratischen Gedankens im Wege stehen, hat großes Interesse, indem die Frage diskutiert wird, ob es die „gleichartigen Teile“ („Gewebe“ der Jetztzeit) oder aber die „zusammengesetzten ungleichartigen Teile“ (d. h. „Organe“ bzw. Gliedmaßen, Nase, Auge oder z. B. das ganze Gesicht usw.) sind, die durch besondere Samenelemente repräsentiert seien. Wir tangieren hier die Frage, wie umfassend bzw. wie spezialisiert die Einheiten der Vererbung sind. Hier auf die Aristotelischen Auseinandersetzungen näher einzugehen, würde zu weit führen. Wir werden aber die letzte Einwendung des *Aristoteles* jetzt betrachten.

Er stellt die Frage: „Falls die verschiedenen Teile des werdenden Tieres (des Embryos) im Samen getrennt anwesend sind, wie leben sie dann? — wären sie vereint, würden sie ja ein ganzes Tierchen ausmachen.“ Dieser letzte Gedanke scheint *Aristoteles* a priori ganz ungereimt. Er ahnte nicht, daß derartige Vorstellungen ein paar tausend Jahre später von nicht wenigen Biologen gutgeheißen werden sollten — von den „Spermatisten“ des 18. Jahrhunderts; und daß in unserer Zeit der hochbegabte *August Weismann* sich in Spekulationen über das erste Alternativ in ganz übertriebener Weise engagieren sollte.

Es gelang *Aristoteles* nicht, die Lehre von repräsentativen Keimen der verschiedenen Körperteile zu überwinden; und dies beruht wohl besonders darauf, daß er, wie wir gesehen haben, eine Vererbung erworbener Eigenschaften für möglich hielt. Darin stimmt er offenbar mit seinem ganzen Zeitalter überein, und es wird unwesentlich, daß er ab und zu gewisse Reservationen nimmt. So sahen wir ihn ja ausdrücklich die Nichtvererbung der Pflanzenverstümmelungen anführen: merkwürdig, daß er dennoch an das in der Wirklichkeit ganz lose Reden von erblichem Einfluß der bei Menschen und Tieren durch äußere Gewalt hervorgerufenen Mißbildungen u. dgl. glauben konnte! Selbst *Hippokrates* sagt, daß man hier keineswegs immer Vererbung sieht; er sucht aber natürlicherweise dieses für seine Lehre ungünstige Verhältnis wegzuerklären.

Es heißt bei *Aristoteles*: „Wenn beschädigte (d. h. unvollkommen ausgestattete, defekte) Jungen als Nachkommen beschädigter Eltern geboren werden, so geschieht dies aus derselben Ursache, die bedingt, daß sie (überhaupt) den Eltern ähnlich sind. Und die Jungen beschädigter Eltern sind nicht immer beschädigt, ganz wie sie auch nicht immer den Eltern gleichen; der Grund dazu muß später geprüft werden, denn diese Sache ist die gleiche wie jene.“ Er schlägt also insofern

alle Ähnlichkeit mit — oder Abweichung von — den Eltern zusammen als Ausdrücke der gleichen Ursache!

Und hier hat *Aristoteles* offenen Blick gehabt für den wahren Zusammenhang der Sache, indem er kurz und klar sagt, der Samen *kommt nicht von allen Körperteilen*, sondern *geht zu ihnen*. Es ist dies der diametrale Gegensatz zur Hippokratischen Lehre und muß näher beleuchtet werden.

Aristoteles meinte ja, der Samen sei sozusagen veredeltes Blut, welches, vereint mit dem von der Mutter gelieferten Rohmaterial, den Embryo bildet, indem das nicht näher charakterisierte bewegende Prinzip das Material durchdringt. Er benutzt gelegentlich die Bezeichnung „Samen“ (Sperma) in etwas weiterer Bedeutung für alles, was durch die Befruchtung vereint wird — somit auch für das Gebilde, das wir heute *befruchtetes Ei* oder *Zygote* nennen. Indem nun dieser „Samen“ unter Zufuhr von Nahrung, wodurch das Material vermehrt wird, zu einem Kinde und weiter zur erwachsenen Person entwickelt wird, bleibt etwas unverbrauchtes Samenmaterial übrig. Aus diesem Rest rührt eben der Samen des neuen Individuums her. Und es ist dabei ganz selbstverständlich, daß das Wesentliche in diesem Reste demjenigen ähnelt, das als wesentliches Material beim Aufbau der verschiedenen Organe verwendet wurde: „Wie ein Maler oft Farbe übrig läßt, derjenigen ähnlich, die er benutzt hat“, sagt *Aristoteles*. So hält er den Gedanken fest mittelst dieses hübschen Bildes.

Hiernach sollte der Samen — im weitern Sinne — bei den Nachkommen nicht nur die verschiedenen Organe ausformen, sondern auch ganz direkt den Samen, jedes Nachkommenindividuum bilden. Mit anderen Worten, der Samen der Nachkommen ist eine unmittelbare Fortsetzung des elterlichen Samens: hier findet sich *eine von Generation zu Generation unbrochene Samenkontinuität*. Darum ähnelt das Nachkommenindividuum dem elterlichen Organismus; *nicht* aber weil Keimchen o. dgl. von den verschiedenen elterlichen Organen geliefert werden sollten!

Diese ganze Idee ist genial; sie trifft den Kern der Sache ganz zentral. Die Hippokratische Keimchenlehre ist dagegen ganz verfehlt; und doch hatte *Aristoteles'* Idee keinen bleibenden Einfluß, während die durch *Hippokrates* ausgedrückte Vorstellung ganz bis zu unserer Zeit verfolgt werden konnte.

Es ist leicht zu verstehen, warum es so gehen mußte. Das unglückliche kritiklose Zutrauen auf allerlei lose Behauptungen betreffend Überführungen persönlich erworbener Eigenschaften oder psychischer Zustände auf die Kinder hat hier, wie immer und immer im Laufe der Jahrhunderte, großen Schaden getan. *Aristoteles* war, wie wir sahen, nicht weit von einer völligen Emanzipation bezüglich dieser Auffassung; sie

war aber wohl schon damals zu eingewurzelt, um leicht abgeschüttelt zu werden. Die unklare Verwebung mit religiös-moralischen Vergeltungsvorstellungen, die immer — auch in der Jetztzeit — die Ideen über Beeinflussung der Natur und des Schicksals der Nachkommen durch erworbene Eigenschaften, durch ausgeführte Handlungen oder durch rein psychische Wirkungen begleitet haben, trafen wir schon bei *Euripides*.

Und dabei müssen wir nicht vergessen, daß trotz allen Scharfsinnes und Genialität der führenden griechischen Geister das tatsächliche Gebiet ihrer Erfahrungen nur klein im Vergleich mit unseren positiven Kenntnissen war. Ihre Hilfsmittel sowie auch ihr Sinn für eine Durchführung genauer Proben der Berechtigung gegebener Auffassungen — für Verifikation — waren wenig entwickelt. Daraus die sonderbarsten Verirrungen, z. B., daß Felsenhöhlen im Sommer kälter als im Winter seien, u. a. m. Derartige schon für unsere thermometerregulierten Schulkinder unzulässige Täuschungen bildeten die Grundlage einer ganzen Theorie über Gegenwirkungen in der Natur (*Antiperistasis*), einer Theorie, die mit der Temperaturmessung verschwand. Das Gedankenleben war bei den Griechen dem Erfahrungsschatz weit voraus; darum ihre unendliche Dialektik, all das Disputieren über Dinge, die oft kaum oberflächlich bekannt waren. Erst im 17. Jahrhundert entwickelte sich die zielbewußte naturwissenschaftliche Reaktion gegen das Unwesen der einseitigen Ausübung der „Disputierkünste“; man hatte in der Zwischenzeit den frischen selbständigen Blick auf die Natur versäumt; den Griechen selbst fehlte dieser Blick wahrlich nicht. Es ist staunenswert, was sie mit ihren einfachen Mitteln und kleinen Voraussetzungen ergründen konnten; man muß die größte Bewunderung nähren für ihre klare und frische Intelligenz; es wäre aber verfehlt, volle Richtigkeit ihrer Angaben anzunehmen.

Erst die allerletzten Jahrzehnte, mit ihrer experimentellen, Zahl, Maß und Gewicht berücksichtigenden, mehr exakten Forschung, haben das Vererbungsproblem weitergeführt über die Widersprüche hinweg, die wir von *Empedokles* und *Hippokrates*, *Plato* und *Aristoteles* kennen. Und eine wesentliche Bedingung für das Verständnis der Vererbungsfragen sind die Resultate der Studien des Befruchtungsvorganges. Diese Studien, von *Oscar Hertwig*s grundlegenden Arbeiten ausgegangen, haben die beiden Geschlechter im Prinzip gleichgestellt in bezug auf Vererbung; und sie haben die Gameten direkt durch „Keimbahnen“ von der für das betreffende Individuum grundlegenden Zygote abgeleitet, jedenfalls bei einer großen Reihe von Tieren.

Die experimentelle Vererbungsforschung der Jetztzeit hat durch die Erfahrungen und Lehrsätze des Mendelismus über mehr oder weniger frei kombinierbare Faktoren im Genotypus sowie durch das mittelst des Prinzips der reinen Linien ge-

wonnene Verständnis der Nichtverschiebbarkeit des Gesamtgenotypus mit der uralten naiven Auffassung radikal gebrochen: Diese Auffassung der Vererbung als Überführung persönlicher Eigenschaften oder Organbeschaffenheiten vom Elter auf das Kind, die von *Demokrit* über *Darwin* bis in unsere eigene Zeit reichte und noch nicht ganz geschwunden ist!

Einer der wesentlichsten allgemeinen Ausdrücke unserer jetzigen, erfahrungsmäßig begründeten Auffassung ist die Schärfe, womit man zwischen den Begriffen *Phänotypus* und *Genotypus* oder, mit deutschen Worten, bzw. Erscheinungstypus¹⁾ und Anlagetypus unterscheidet. Durch den Phänotypus wird der Inbegriff der persönlichen Eigenschaften eines Organismus charakterisiert. Und dasselbe kann für einen ganzen Bestand gelten, insofern derselbe „den Eindruck von Gleichartigkeit“ macht: der Phänotypus eines solchen Bestandes oder Population wird einfach mittelst seiner Durchschnittsbeschaffenheit präzisiert. Unter dem Genotypus versteht man den Inbegriff aller bei der Grundlegung des Organismus mit den zusammentretenden Gameten gegebenen „Genen“ oder „Erbinheiten“ bzw. die sämtlichen für biologische Erblichkeit bestimmenden konstitutionellen Gebilde der entstandenen Zygote. Individuen mit gleichem Genotypus nennen wir „isogen“; sie gehören zum gleichen Biotypus, d. h. sie erhalten bei ihrer Grundlegung dieselbe Reaktionsnorm.

Der Phänotypus kann direkt beschrieben, gemessen, gewogen, chemisch analysiert werden usw., ist somit unbestreitbar eine Realität; der Genotypus ist aber etwas Erschlossenes, Abgeleitetes, obwohl wir behaupten dürfen, daß er auch Ausdruck einer Realität ist. Die Genotypen selbst lassen sich aber als solche nicht messen, wägen usw.; und Unterschiede zwischen Genotypen können wir nur erkennen, wo sie Unterschiede in den Phänotypen der betreffenden Organismen hervorrufen.

Wir sehen Unterschiede zwischen verschiedenen Organismen und präzisieren sie in mancherlei Weise, z. B. zwischen einem Hering und einem Dorsch; aber alles, was wir hier unterscheiden, betrifft direkt nur die Phänotypen der betreffenden Organismen. Wenn wir schon Unterschiede zwischen Eiern des Herings und des Dorsches sehen können, so ist hier der unmittelbare Unterschied phänotypisch. Kein vernünftiger Mensch aber zweifelt daran, daß Hering und Dorsch in ihren Gameten genotypische Unterschiede haben, welche die Verschiedenheit des Phänotypen bedingen. Zweifellos finden sich auch viele Übereinstimmungen in den Genotypen der beispiels-

¹⁾ Leider haben einige deutsche Verfasser diesen Begriff dadurch getrübt, daß sie irrigerweise Phänotypus mit „Scheintypus“ übersetzen. Die Phänotypen sind wahrlich greif- und meßbare Realitäten — eben die unmittelbaren Gegenstände naturhistorischer Beschreibung!

weise genannten Tiere: Fischarten sind sie ja beide!

Die Phänotypen sind es also, mit welchen wir direkt operieren müssen und welche auch die Objekte der engerbegrenzten Naturgeschichte sind. Hier hat aber die moderne Vererbungsforschung gezeigt, daß ein gegebener Phänotypus — jedenfalls wie er durch die gewöhnlich benutzten Mittel präzisiert werden kann — bedeutende genotypische Unterschiede bergen kann, also gewissermaßen falsches Zeugnis gibt. Diese Unsicherheit beruht auf zwei verschiedenen Gruppen von Ursachen:

Die eine Gruppe betrifft die wichtige Tatsache, daß alle durch Befruchtung gebildeten Organismen „Doppelnatur“ haben als aus zwei Gameten hervorgegangen. Sehr oft genügt es für die Entwicklung eines bestimmten Charakters, eines bestimmten Zuges im Phänotypus, daß die betreffenden Elemente des Genotypus *einfach* (simplex) vorhanden sind, d. h. als „gametische Mitgabe“ von nur einer Seite gekommen sind. Kurz gesagt, heterozygote Organismen können den gleichen Phänotypus wie homozygote Organismen haben, sogar wo von Heterozygotie an zahlreichen Punkten die Rede ist.

Wir wissen, daß selbst da, wo diese Phänotypen ganz gleich sein können, die von den *Heterozygoten* herrührenden *Nachkommenreihen* einen Reichtum von verschiedenen Phänotypen zeigen werden, wegen der verschiedenen Kombinationen solcher genotypischen Elemente, die im elterlichen Organismus nur einfach vorhanden waren. Die Nachkommen *homozygoter* Organismen gehören aber alle zum gleichen Biotypus, weshalb sie — bei gegebener gleichartiger Lebenslage — auch phänotypisch gleich sind. Es wird unnötig sein, hier Beispiele anzuführen, nur sei gesagt, daß Heterozygoten eben *als solche* mitunter Eigenschaften zeigen, bei Pflanzen z. B. kräftigeres Wachstum oder besondere Farbenzeichnungen, welche den betreffenden elterlichen Homozygoten fehlen, und welche auch nicht in den neuen nach der „Spaltung“ auftretenden Homozygoten vorkommen.

Aus allem diesen folgt, daß der Phänotypus allein, ohne Nachkommenbeurteilung, ganz unzuverlässig ist in bezug auf Erkennung der feineren Nuancierungen des Genotypus. Aber gerade hier, wo das Interesse der beschreibenden Naturgeschichte aufhört, hat die Vererbungsforschung ihre schönsten Aufgaben.

Die zweite Gruppe von Ursachen, die bedingen können, daß der Erscheinungstypus den Genotypus maskiert, ist der Einfluß der Lebenslagefaktoren. Knapp ernährte Tiere und Pflanzen können denselben Phänotypus erhalten als solche, deren Genotypus sogar unter den reichlichsten Ernährungsverhältnissen Zwergwuchs bedingt. Nicht alle Möglichkeiten eines gegebenen Genotypus können bei jeder Lebenslage verwirklicht werden. Erziehung und Pflege können große Wir-

kungen haben, die nur zu leicht mit den Folgen besonderer genotypischer Beschaffenheit verwechselt werden. Kurz gesagt, der Phänotypus, die Erscheinungsform eines Organismus, ist immer durch die Konstellation *Lebenslage + Genotypus* bestimmt; und es ist dabei a priori sehr schwer zu sagen, inwieweit besondere Lebenslagefaktoren oder gerade besondere Eigenschaften des Genotypus für etwaige Mängel oder Vorzüge eines persönlichen Phänotypus verantwortlich sind.

Der Phänotypus ist somit nicht dasjenige, das vererbt wird. „Eigenschaften“ werden auf die Nachkommen wahrlich nicht erblich „übergeführt“. Es geschieht keine „Transmissio hereditaria“ von Charakteren als solche — abgesehen von den Fällen sogenannter „falscher“ Vererbung (Ansteckung der Gameten bzw. des Embryos, Nachwirkungen von Ernährungseinflüssen u. a. m.) und von einigen noch nicht näher kontrollierten zweifelhaften Fällen, durch die wir uns hier nicht stören lassen wollen. Die Gameten, durch deren Verbindung die Nachkommenindividuen grundgelegt werden, besitzen jede für sich — d. h. sie *behalten* in ihrer Kontinuität mit den betreffenden Gebilden des elterlichen Organismus — alle die genotypischen Elemente, die *homozygot* bei diesem vorhanden waren. Und die Gameten haben, nach den Wahrscheinlichkeitsgesetzen, die uns der Mendelismus aufdeckte, Möglichkeit für die verschiedensten Kombinationen der *heterozygot* bei den Eltern vorkommenden Elemente. Es dreht sich auch hier nicht um „Überführung“; es wäre ganz unrichtig zu sagen, etwa heterozygot vorhandene Elemente seien von dem betreffenden elterlichen Organismus auf die Hälfte der Gameten übergeführt!

Die Pointe ist doch die, daß der Hälfte der entstehenden Geschlechtszellen etwas *vorenthalten* wird, insofern nur die *homozygot* den nicht-reduzierten Zellen innewohnenden Elemente in *allen* Geschlechtszellen auftreten können. Sowohl in bezug auf die im elterlichen Organismus homozygot anwesenden Elemente, als auf die heterozygot anwesenden, ist also *volle Kontinuität der Generationen* vorhanden — kein Element wird auf Gameten „übergeführt“; das Wort ist und bleibt irreführend: ein antiquarischer Rest alter Vorstellungsweise!

Eine ganz andere Sache sind etwaige Austausch- oder Umgruppierungserscheinungen zwischen den Chromosomen innerhalb einer Zelle — hier kann von Chromosom zu Chromosom allerlei übergeführt werden, aber solche intrazellularen Vorgänge haben wir hier nicht zu berücksichtigen.

Das Hauptresultat ist somit dies: wenn man seinen Eltern ähnelt — insofern überhaupt von Erblichkeit die Rede ist —, beruht es durchaus nicht auf „Überführung“ elterlicher „erblicher Eigenschaften“; solche Überführung existiert gar nicht. Die genannte Ähnlichkeit ist aber bedingt durch die vielen genotypischen Elemente, die den Kindern und den Eltern gemeinsam sind. Und

die Abweichungen zwischen Kindern und Eltern sind — indem wir hier nur von Erbllichkeit sprechen, also die Lebenslage identisch setzen — durch Unterschiede in bezug auf die Kombinationen der bei den Eltern heterozygot anwesenden genotypischen Elemente bedingt.

Hier stehen wir somit bei der Entscheidung des Streites, des Gegensatzes zwischen den Ansichten von *Hippokrates* und *Aristoteles*. *Aristoteles* hatte recht in seiner Kritik; und die Forschung unserer Zeit hat völlig seinen genialen Blick bestätigt. Was Vererbung bedingt, was wir genotypische Elemente nennen, wird nicht vom Körper „produziert“, wird nicht als Keimchen der einzelnen Körperteile geliefert, sondern ist vom Körper unabhängig — wie der Farbenrest des Malers ganz unabhängig davon ist, in welcher Weise die verbrauchte Farbe benutzt wurde, um *Aristoteles'* geistvolles Bild zu zitieren.

Es ist sehr bedauerlich, daß die hier pointierte Aristotelische Auffassung und klare, scharfe Kritik der Überführungslehre von den Biologen sozusagen völlig übersehen worden ist. Und ganz besonders muß bedauert werden, daß *Darwin* und sein Kreis mit *Aristoteles'* Ideen ohne Fühlung blieben. *Darwin* hat einmal gesagt, daß *Linné* und *Cuvier* seine Götter waren, jedoch in Vergleich mit dem alten *Aristoteles* nur als reine Schüler gelten können. Und dabei hat er unzweifelhaft das hier interessierende Aristotelische Hauptwerk gar nicht studiert. In der zweiten Auflage seines betreffenden Buches gibt *Darwin* an, daß er von verschiedener Seite auf *Hippokrates* und *Aristoteles* in ihrer Stellung zur vorliegenden Frage aufmerksam gemacht worden ist, aber dabei bleibt es!

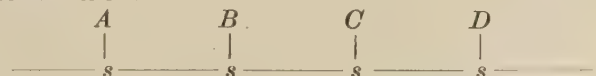
„Hätte er *Aristoteles'* ganze Auffassung wirklich gekannt, ist es undenkbar, daß *Darwin* seine Pangenesislehre, die nichts mehr als die alten Hippokratischen Vorstellungen bietet, ausgeformt hätte. Und wie hätten seine Vorstellungen über Vererbung — und somit auch über fundamentale Evolutionsfragen — sich ganz anders bilden müssen, falls er die Tragweite der genialen Aristotelischen Ideen verstanden hätte. Daß *Darwin*, *Mendel* nicht bemerkte, ist nicht wunderlich, es braucht keine Erklärung oder Entschuldigung; *Darwins* Stellung zu *Aristoteles* ist aber unverzeihlich, indem er ausdrücklich die Bedeutung des großen Griechen für seine eigenen Studien hervorhebt. *Darwin* hat dadurch — selbstverständlich ohne jede Absicht — die genialen Aristotelischen Gedanken verschüttet.

In der Geschichte der Vererbungsforschung treffen wir bei *Galton* Ideen, die genau den Aristotelischen Gedanken entsprechen. *Galtons* sogenannte „Stirp“-Lehre verhält sich zu den Aristotelischen Gedanken ganz wie *Darwins* Pangenesislehre zu den Hippokratischen Vorstellungen. *Francis Galton* war ein Vetter *Darwins*; er prüfte durch eine Reihe von Transfusionsversuchen mit Kaninchen, ob die Pan-

genesislehre berechtigt war. Blut von gefärbten Kaninchen in die Adern von weißen Kaninchen injiziert, hatte keinen Einfluß auf die Nachkommen dieser letzteren, was ja nach der Pangenesislehre zu erwarten wäre. Obwohl diese Experimente nicht entscheidend sein konnten, wurde *Galton* zum Zweifeln über Pangenesis geführt. Er steht auf dem herkömmlichen Standpunkt insofern, als er die Anschauung hegt, daß Ei- und Samenzellen Keimchen der verschiedenen Teile des Organismus enthalten müssen. Die Summe dieser Keimchen nennt er „Stirp“ (aus Lateinisch Stirps oder Stirpes, Stamm); *Galton* weicht aber von *Darwin* ab gerade durch die Anschauung, daß die Körperteile den Geschlechtsorganen keine solchen Keimchen liefern. Er denkt sich, daß der Stirp des befruchteten Eies nur zum geringsten Teile bei der Entwicklung des betreffenden Individuums verwendet wird; die Hauptmenge — und zwar vermehrt durch Teilungen der Keimchen — verbleibt in Ruhe und findet sich in den Geweben, aus welchen die Geschlechtszellen später direkt abgeleitet werden. Diese Vorstellung entspricht auffallenderweise der Vorstellung *Aristoteles'*. *Galtons* Vorstellung weicht aber durch die wenig glückliche Annahme spezialisierter Organkeimchen ab: *Aristoteles* nahm von derartigen erdachten Gebilden entschieden Abstand, wie wir es auch unbedingt müssen. Was wir Gene oder genotypische Faktoren bzw. Erbinheiten nennen, betrifft ja in keiner Weise besondere Teile des Organismus; nur die Gesamtheit dieser Elemente bestimmt die Reaktionsnorm des betreffenden Organismus!

Galton und *Aristoteles* gemeinsam ist, aber der richtige Grundgedanke, daß die „Substanz“, deren Konstitution wir als Genotypus bezeichnen, und welche die geerbte Beschaffenheit der Individuen bedingt, von *Generation* zu *Generation* direkt fortgesetzt wird, ohne in die persönliche Körperentwicklung des einzelnen Individuums einbezogen zu werden. Die Geschlechtszellen der nacheinander folgenden Generationen bilden ja auch normalerweise eine direkte Fortsetzung der betreffenden Zellen der vorausgehenden Generation; darum spricht man von einer *Kontinuität des Stirpes*. Der Stirp, also der Genotypus, ist das Bleibende; die individuellen Körper sind — mit einem Bilde, das keine schlechte Analogie bietet — als vergängliche Triebe eines unsichtbaren Ausläufers, Triebe, welche diesen ernähren, aber das Wesen desselben nicht ändern.

Der *Aristoteles* und *Galton* gemeinsame Grundgedanke läßt sich durch folgendes Schema veranschaulichen:



wo s — s — den Stirp bezeichnet, während A, B, C und D vier Individuengenerationen markieren. Hier brauchen wir die bei Befruchtungen eintretenden Komplikationen nicht zu berücksichtigen

— sie sind ja in bezug auf die Kontinuität als solche ganz irrelevant, wie große Bedeutung sie sonst auch für die Vererbungserscheinungen haben mögen.

Die uralte, von *Hippokrates* und *Darwin* adoptierte Lehre, daß jedes Individuum seine Geschlechtszellen selbst zu „produzieren“ und „erblich zu prägen“ imstande sei, wird durch dieses Schema ausgedrückt:

$$A-k_a-B-k_b-C-k_c-D-k_d$$

wo *A*, *B*, *C* und *D* wiederum vier Individuengenerationen markieren, während k_a bis k_d der Vorstellung Ausdruck gibt, die Geschlechtszellen (*k*) seien in jeder Generation von den Individuen selbst produziert und erblich geprägt. Diese beiden Schemata zeigen deutlicher als Worte den fundamentalen Unterschied der beiden Auffassungen.

Es ist eigentümlich, im Grunde tragisch, daß *Galtons* Ideen auch nicht durchschlugen. *Darwins* Selektionslehre und sein Anschluß an die Lamarckische Auffassung einer Vererbung erworbener Eigenschaften (alles in der „Pangeneses“ ausgedrückt, das sicherste Zeugnis bezüglich *Darwins* innerlichster Anschauung über das Vererbungsproblem) wurden sozusagen maßgebend für die Biologie. Es ging in ähnlicher Weise wie mit den gesunden Aristotelischen Ideen, die von den durch *Hippokrates* repräsentierten Vorstellungen völlig überwältigt wurden. Dazu kam, daß die bekannten statistischen Untersuchungen *Galtons* mit der Lehre von den persönlichen Eigenschaften als das Erbliche in der schönsten Weise übereinstimmten. In mathematischer Kleidung als *Galtons* „Rückschlagsgesetze“ bildeten sie anscheinend eine sehr wesentliche Stütze sowohl für die Selektionslehre als für den Lamarckismus. Daß diese Stütze ganz wertlos ist, indem die Statistik der Galtonschen Schule unreines Material betrifft, wurde erst nach Verwertung des Prinzips der reinen Linien verstanden. Und in der Zwischenzeit hatte *Galton* stillschweigend seine Stirplehre liegen lassen, als ob diese geniale Leistung — offenbar von *Aristoteles* völlig unabhängig gewährt — unrichtig oder unbedeutend wäre!

Weismanns Gedanken über „Kontinuität des Keimplasmas“ haben die größte Ähnlichkeit mit der einige Jahre älteren Stirplehre *Galtons*. (Daß *Weismann* ganz unabhängig von *Galton* hier gearbeitet hat, kann der Verfasser mit Sicherheit behaupten; es geht aus Notizen *Weismanns* in seinem von *Galton* erst 1887 ihm zugestellten Exemplar der betreffenden Stirpabhandlung von 1875 deutlich hervor.) *Weismann* ist viel weiter gegangen als *Galton*, indem er viel zu viel über die Natur und Lokalisation vermeintlicher Keimplasmaelemente morphologischer bzw. morphogener Natur spekuliert hat. Und indem er schließlich zur ganz ungereimten Annahme gebracht wurde, daß die hypothetischen Keimchen in den Geschlechtszellen oder in den „Keimbahnen“ gewissermaßen selbständig leben und miteinander konkurrieren, so wurde in dieser Weise doch die

Tür geöffnet für allerlei Beeinflussungen der Elemente des „Keimplasmas“ von seiten des Körpers.

Weismanns gesunder Ausgangspunkt, wesentlich gewonnen durch Studien über feinere Details der Zellteilungsvorgänge, stimmte in schönster Weise mit den uns hier interessierenden Ideen *Aristoteles* und *Galtons*. Wie *Galtons* Lehre aber von seiner eigenen unreinen Statistik überwuchert und erstickt wurde, so hat *Weismanns* eigene morphologistische Dialektik die ursprüngliche Klarheit seiner Auffassung verdunkelt. Wir sahen schon, daß *Aristoteles* im voraus solche Vorstellungen über selbständig lebende Keimchen wie die *Weismannschen* kritisiert hat. Mit *Galton* teilt *Weismann* den prinzipiellen Fehler, an bestimmte Organ- oder Gewebekeimchen zu glauben. Diesem Glauben hat ja der Mendelismus jede Spur einer Berechtigung weggenommen; die „Erbeinheiten“ betreffen nicht je eine Einheit des entwickelten Organismus, weder ein Organ, eine Gewebegruppe, einen Zellenkomplex oder eine einzelne Zelle, und ebenfalls nicht je einen Charakter, „Merkmal“ oder „Einfacheigenschaft“; dieser letztere Begriff war nur eine transitorische Erscheinung des sich entwickelnden Mendelismus.

Es würde zu weit führen, hier auf *Weismanns* Arbeiten näher einzugehen; sein großes Verdienst ist zweifach: Einerseits hat er die Zytologie mit der Vererbungsforschung zu verknüpfen versucht, und andererseits hat er scharf und klar behauptet, daß die speziell Lamarckische Lehre von der Vererbung erworbener Eigenschaften völlig verfehlt ist. Hier waren weder *Aristoteles* noch *Galton* genügend kritisch. Die Erfahrungen der neueren Forschung waren nötig, um den Grund für einen Neubau zu reinigen.

Jetzt ist diese Reinigung erfolgt oder jedenfalls in vollem Gange, obwohl sich noch allerlei Trümmer und Schuttbrocken vorfinden, die einer reinlichen Bautätigkeit im Wege sind. Die Grundlage aber für Theorien, die auf Basis jetziger Forschung gebildet werden können, ist mit der Lehre *Aristoteles* von der Kontinuität des Samens identisch. Die nebenstehende schematische Figur kann schließlich die Sache kurz und klar präzisieren (Fig. 1):

Oben sehen wir ein Ei und eine Samenzelle. Darauf haben wir die Zygote, das Produkt ihrer Vereinigung; der Zygote entspricht, was *Aristoteles* mit „Samen“ im weiteren Sinne meint.

Der Fisch I illustriert, was man zu allen Zeiten der Forschung gemeint hat, nämlich das Selbstverständliche, daß ein Individuum mit allen seinen Organen aus dem befruchteten Ei hervorgeht — wie man sonst auch diese Entwicklung aufgefaßt hat! Die Pfeile geben an, daß der Körper und alle seine Teile in letzter Linie sich vom „Ei“ herschreiben.

Indem wir in dieser Verbindung von Komplikationen der Befruchtung absehen können, brauchen wir nur das Verhalten des Individuums zu

den in demselben auftretenden Geschlechtszellen zu betrachten.

Fisch II illustriert die uralte Lehre, daß die Geschlechtszellen (der Samen bei *Hippokrates*) mittels Zufuhr wesentlicher, konstitutioneller Elemente (*Darwins* „gemmules“) aus den verschiedenen Teilen des Organismus gebildet werden. Für diese Lehre, wonach alle Teile sich selbst gewissermaßen reproduzieren („Pangeneses“), ist die persönliche Organbeschaffenheit das für Vererbung Wesentliche — und dieses Schema ist somit der schärfste Ausdruck sowohl für den ursprünglichen Darwinismus als für den Lamarckismus, was „Erklärung“ der Vererbung betrifft.

Fisch III illustriert schließlich die Auffassung, die wir bei *Aristoteles* fanden, und die auch *Galton* gehegt hat. Diese Figur repräsentiert auch *Weis-*

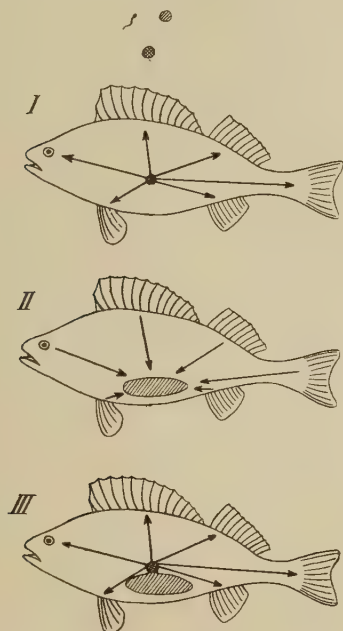


Fig. 1.

manns ursprüngliche, mit *Galtons* Stirplehre übereinstimmende Gedanken über „Kontinuität des Keimplasmas“: Die Geschlechtszellen gehen unmittelbar aus den Geschlechtszellen der früheren Generation hervor. Dieses Schema paßt für die Tiere, läßt sich aber zwanglos auch den Pflanzen anpassen.

Die gesamte Vererbungsforschung unserer Zeit, sowohl mit Bastarden als mit reinen Linien, hat Resultate gezeitigt, die mit diesem Schema stimmen, und die zytologische Forschung hat in stets höherem Grade seine Berechtigung bestärkt, ja sie ist auf eigenem Wege dazu gekommen.

Lag nun aber gar nichts Wahres in allen den Vorstellungen, die von *Hippokrates* bis *Darwin* das logische Fundament der unseligen „Pangeneses“ war, und die ja auch die Sicherheit selbst des *Aristoteles* schwächte? Findet sich gar keine

Überführung persönlicher, erworbener Eigenschaften?

Die Hauptmasse vermeintlicher Erfahrungen in dieser Richtung ist ja auf Null reduziert — u. a. durch *Weismanns* glänzende Kritik, besonders doch durch das enorme Material des Mendelismus, das ein einziges großes Dementi des Lamarckismus ist, ferner auch durch das Prinzip der reinen Linien, wodurch das unwahre Zeugnis eines unreinen Materials entschleiert wurde, und endlich durch zahlreiche direkte Versuche, die — wo sie der Kritik haben bestehen können — nur negative Resultate ergaben.

Aber etwas bleibt doch, nämlich allerlei, was wir falsche Erblichkeit nennen. Formen von Ansteckungen und Nachwirkungen verschiedener Lebenslagefaktoren gehören hierher; in bezug auf Menschen haben wir auch Vorkommnisse wie traditionelle Erziehung, Pflege usw. zu berücksichtigen. Und wahrscheinlich werden Fälle, wo Eigenschaften durch Besonderheiten im Zytoplasma ausschließlich bedingt werden, eine eigene Klasse von Vererbungserscheinungen bilden können. Alle diese Gebiete, wenig erforscht und heterogen im Inhalt, zeigen Beispiele von Überführung in des Wortes eigentlicher Bedeutung. Hier findet sich somit eine Rumpelkammer, in deren Dunkelheit die alten Konzeptionen eine Zufluchtsstelle finden können; hier liegt ein chaotisches Gemenge, aus welchem klärende Erfahrungen vielleicht neues Licht gewinnen können. Wir müssen aber aufpassen, daß der geniale Aristotelische Gedanke von der Kontinuität des Samens, welcher dreimal früher überwuchert und unterdrückt wurde, nicht wieder infiziert oder pervertiert werde durch unreine Erfahrungen, summarische Statistik und eine rein spekulative Philosophie.

Literatur.

Das Studium der Aristotelischen Werke ist ganz wesentlich erleichtert worden durch die von *Smith* und *Ross* ausgegebenen kommentierten Übersetzungen. Hier ist *Historia animalium* (v. D'Arcy Thompson übersetzt) und *De Generatione Animalium* in A. Platts, wie mir scheint, ausgezeichnet kommentierter Übersetzung benutzt. Beide Werke erschienen in Oxford 1910. Die Zitate aus *Aristoteles* beziehen sich auf *De Generatione* (729 b, 15; vgl. 737 a, 25—30 und 738 b, 25; ferner 764 b, 10; 721 b, 15; 722 a, 5 bis 10; 723 b, 15; 722 a, 15 ff.; 722 b, 1; 724 a, 1 sowie die wichtigen, bisher kaum genügend gewürdigten Stellen 425 a, 20; 724 b, 15; 725 a, 25. Aus der „Politik“ verweise ich auf 1255 a und 1335 b.

Die Hippokratischen Schriften sind wohl am leichtesten zugänglich in *Fuchs'* deutscher Übersetzung; vgl. die Bücher *De aëre, aquis et locis* und *De genitura* (semine), *Fuchs*, Bd. 1, S. 211 u. 393.

Platos „Staat“ ist für Deutsche am leichtesten zugänglich in *Prantls* Übersetzung (3. Buch, 21, 4. Buch, 3 nach *Prantls* Einteilung). Die „Gesetze“ sind nach *Eyth's* Übersetzung 6. Buch, Kap. 16 zitiert. Übrigens verweise ich auf meine „Elemente der exakten Erblichkeitslehre“, 2. Aufl. 1913, sowie auf eine hoffentlich in näherer Zukunft in deutscher Sprache (bei Teubner) erscheinende, auch die Geschichte der Vererbungslehre berücksichtigende Darstellung, die schon in dänischer Sprache vorliegt (Arvelighed i historisk og experimental Belysning, Kopenhagen 1917).

Über die Bedeutung bunter Farben bei Pflanzen und Tieren¹⁾.

Von Prof. Dr. C. v. Hess, München.

In der Zoologie und Botanik gilt als feststehend, daß die bunten Farben bei Tieren und Pflanzen sich entwickelt haben müßten, „um gesehen zu werden“, bei Tieren zur Anlockung des anderen Geschlechtes, bei Pflanzen zur Anlockung der Insekten. Dieser Auffassung liegt zu einem großen Teile der verbreitete Laienirrtum zugrunde, die Farben, in welchen wir die Gegenstände sehen, seien Eigenschaften dieser Gegenstände selbst und letztere müßten daher einem jeden tierischen Sehorgan in den gleichen Farben erscheinen, wie uns. Der Physiologe weiß aber, daß die Wahrnehmung bestimmter Farben Ausdruck bestimmter Regungen der Sehsubstanz unseres inneren Auges ist: Die von einer bunten Blüte zurückgeworfene physikalische Strahlung, die in unserem normalen Auge z. B. die Empfindung Blau auslöst, kann in einem anderen, Menschen- oder Tierauge, wenn dieses nicht jener besonderen Regung fähig ist, ganz andersartige Empfindungen auslösen. Sehen doch sogar viele Menschen die Welt der Farben wesentlich anders, als der Normale: so fehlt bei nicht wenigen von ihnen die Fähigkeit, Rot und Grün wahrzunehmen, bei anderen fehlen *alle* bunten Sehqualitäten, die ganze Welt der Farben erscheint diesen also nur nach Helligkeiten verschieden, ähnlich so, wie uns etwa ein Kupferstich: *Die Helligkeiten, in welchen die verschiedenen Farben gesehen werden, sind für diese verschiedenen Arten des Sehens durchaus charakteristisch, so, daß wir in einer Reihe von Fällen aus den wahrgenommenen Helligkeiten die Art der Farbensinnstörung mit Bestimmtheit erschließen können.*

Trotz allem dem hält die Zoologie noch immer an dem unzulässigen „Analogieschluß“ fest, da der Mensch Farben sehe, müßten auch die Bienen und Krebse Farben sehen.

Durch systematische Ausarbeitung von Methoden zur Ermittlung der Helligkeiten, in welchen verschiedene Tierarten die bunten Farben sehen, konnte ich folgendes feststellen.

Die Fische und alle Wirbellosen verhalten sich in allen Beziehungen so, wie total farbenblinde Menschen. Die Amphibien zeigen ein Verhalten, das auf ähnliche oder gleiche Sehqualitäten wie beim normalen Menschen schließen läßt. Die Tagvögel (und auch manche Reptilien) nehmen Rot, Gelb und zum Teil Grün in ähnlicher Weise wahr wie wir, während das kurzwellige Spektrumende, also Violett, Blau und zum Teil auch Blaugrün von ihnen nicht wahrgenommen wird. Der

Grund dafür liegt darin, daß der lichtempfindenden Schicht ihres Auges stark gelbrot gefärbte „Ölkugeln“ vorgelagert sind. Die Tagvögel sehen also die Welt der Farben so, wie wir durch ein geeignetes gelbrotes Glas. Manche Säuger, wie z. B. der Affe, sehen die Farben ähnlich oder ganz so, wie wir, andere, wie z. B. Hund und Katze, vermögen zwar auch Farben wahrzunehmen, diese erscheinen ihnen aber wesentlich weniger gesättigt, mehr mit Grau oder Weiß verhüllt, als uns unter gleichen Bedingungen.

Bei allen diesen Feststellungen handelt es sich nicht etwa, wie man in der Zoologie meint, um „Annahmen“ oder „Vermutungen“, sondern um *Tatsachen*, die mit geeigneten Methoden sogar überraschend genauer messender Behandlung zugänglich sind, so daß wir heute über die Sehqualitäten mancher Wirbelloser, wie der Bienen, Krebse, Kopffüßer, Seeigel kaum weniger genau unterrichtet sind, wie über die des Menschen.

Die herrschende Lehre von der Bedeutung der bunten Farben in der belebten Welt mußte schon durch diese Tatsachen eine wesentliche Umgestaltung erfahren. Einen weiteren auffälligen Fehler begehen die Zoologen, die den Einfluß der grünen bis blauen Färbung des Wassers auf die Sichtbarkeit der Farben von Wassertieren vernachlässigen zu können glauben. Ich habe verschiedene einfache Methoden ausgearbeitet, um zu zeigen, daß schon in einer Tiefe von 4 m unter der Meeresoberfläche infolge der Absorption der langwelligen Strahlen ein dort befindliches farbentüchtiges Auge kein Rot mehr wahrnehmen kann und daß 13 m unter der Oberfläche von den von mir zur Untersuchung benutzten sehr gesättigten bunten Farben keine mehr wahrgenommen wurde.

Daraus folgt, daß bei Tieren, die durchschnittlich in mehr als 13 m Tiefe leben, auftretende bunte Farben *nicht als Schmuckfarben aufgefaßt werden können.* Ich beschränke mich hier auf 2 Beispiele. Von zoologischer Seite wird, im Anschluß an *Darwin* und *Weismann*, noch immer angenommen, die bei Krebsen häufigen bunten, besonders gelben und roten Farben hätten sich durch geschlechtliche Zuchtwahl zur Anlockung des anderen Geschlechtes entwickelt; eine solche Annahme kann aber nicht mehr verteidigt werden, da ich einmal nachweisen konnte, daß alle bisher untersuchten Krebse total farbenblind sind, und da zweitens viele von diesen Krebsarten in wesentlich größeren Tiefen als 13 m zu leben pflegen, in welchen die fraglichen roten und gelben Farben selbst von farbentüchtigen Augen nicht wahrgenommen werden können.

Besonders auffälligen Fehlern begegnen wir auch bei Erörterung der „Hochzeitskleider“ der Fische, die von zoologischer Seite immer wieder als Stütze für die unhaltbare Annahme eines Farbensinnes bei Fischen angeführt werden. Ich brauche nur auf den Königssee-Saibling hinzuweisen, der in 60 m Tiefe laicht und zur Laichzeit eine rote Färbung vorwiegend am Bauche zeigt. Ich zeigte aber, daß schon in 4 m Tiefe selbst ein

¹⁾ Einer freundlichen Aufforderung der Schriftleitung folgend, berichte ich hier kurz über den Inhalt eines Kapitels aus einer von mir kürzlich veröffentlichten Abhandlung „über den Farbensinn der Vögel und die Lehre von den Schmuckfarben“ (Arch. f. d. ges. Physiologie Bd. 166, 1917).

viel gesättigteres Rot auch unter günstigsten Beleuchtungsbedingungen nicht wahrgenommen werden kann. Es ist also ausgeschlossen, daß ein wesentlich weniger sattes Rot, das vorwiegend an der nur verschwindend kleine Lichtmengen von oben erhaltenden Unterseite der Fische in 60 m Tiefe auftritt, als Schmuckfarbe in Betracht kommen könnte.

Von den luftlebenden Wirbellosen haben die Bienen besonderes Interesse, da gerade für sie von zoologischer Seite immer wieder angenommen wird, sie hätten einen Farbensinn, vermöge dessen sie die bunten Blütenfarben erkennen könnten, die als „Flaggensignale“ oder als „Wirtshauschilder“ auf sie wirken sollen. Nach meinen ersten Untersuchungen, in welchen ich totale Farbenblindheit auch für die Bienen nachwies, gab man mir von zoologischer Seite zwar zu, daß sie Rot mit Schwarz und Blaugrün mit Grau verwechseln, versucht aber auffälligerweise trotzdem noch, die alte Lehre von der Bedeutung der Blütenfarben zu verteidigen; diese Meinung führte unter anderem dazu, daß *Doflein*, der auch noch an der längst widerlegten Annahme festhält, die Bienen hätten eine „Vorliebe“ für bestimmte Farben, wie Rot und Blau, annimmt, die Bienen hätten eine Vorliebe für eine Farbe, die sie zugestandenermaßen gar nicht sehen!

Weiter wird von zoologischer Seite die Meinung vertreten, die Bienen nähmen wenigstens Blau und Gelb wahr; diese Annahme stützt sich auf „Dressurversuche“, die aber, wie ich nachweisen konnte, einwandfrei dartun, daß jene „dressierten“ Bienen, die angeblich Blau und Gelb wahrnahmen, tatsächlich weder Gelb noch Blau von Grau unterschieden, also auch bei diesen Versuchen sich nicht wie farhentüchtige, sondern wie total farbenblinde Wesen verhielten.

Die herrschende Lehre von der Bedeutung der bunten Blütenfarben ist endgültig erledigt durch den Nachweis, daß die physiologische Voraussetzung, auf die sie sich gründete, nicht erfüllt ist.

Bei Gelegenheit dieser Untersuchungen wies ich auch auf folgendes hin: Wir finden sehr lebhaftes Farben ja durchaus nicht selten auch an unterirdischen Pflanzenteilen; man denke an das prachtvolle Gelbrot und Purpurrot mancher Wurzeln, die nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Innern Farben von großer Sättigung zeigen. Für die vielen lebhaften Färbungen bei Pilzen und Flechten wird von niemandem angenommen, sie seien entstanden, um gesehen zu werden. Auch bei Windblütern finden wir, entgegen manchen zoologischen Angaben, lebhaftes Farben, so das Purpurrot der weiblichen und das prachtvolle Gelbrot der männlichen Fichtenblüte, das leuchtende Rot der weiblichen Haselnußblüte usw. Wenn aber so lebhaftes Färbungen reichlich an dauernd unsichtbaren, an absterbenden Pflanzenteilen (Herbstlaub) und bei ganzen Pflanzengruppen zur Entwicklung kommen, bei welchen Insektenbesuch gar nicht in Frage kommt, wie bei Windblütern, Flechten usw., so ist es nicht angängig, für die an gewissen Blüten auftretenden Farben ohne weiteres anzunehmen, sie *müßten* sich entwickelt haben, um von Insekten gesehen zu werden.

Auch die bunten Farben der Schmetterlinge können nicht mehr als Schmuckfarben gedeutet werden, denn alle bisher von mir untersuchten Raupen und Schmetterlinge zeigten den verschiedenen Farben gegenüber das gleiche Verhalten, wie total farbenblinde Menschen; die Annahme eines wie immer gearteten Farbensinnes ist auch für sie vollständig ausgeschlossen.

Für die Tagvögel ergeben meine Untersuchungen folgendes: Da Rot, Gelb und zum Teil auch Grün in ähnlicher Weise wahrgenommen werden, wie von uns, wäre die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß diese Farben sich als Schmuckfarben entwickelt hätten. Für Blaugrün, Blau und Violett ist eine solche Annahme aber ausgeschlossen, denn diese erscheinen dem Tagvogel-auge nahezu oder ganz farblos grau. Die Anhänger der Lehre von den Schmuckfarben würden sich also zu der Annahme genötigt sehen, daß von den bunten Farben, die bei Tagvögeln so reichlich vorkommen, die einen sich entwickelt hätten, damit sie gesehen werden, die anderen, trotzdem sie nicht gesehen werden können. Wie wenig wahrscheinlich eine solche Annahme ist, bedarf keiner weiteren Erörterung. Wenn man etwa eine Sammlung bunter Vögel durch ein rotgelbes Glas betrachtet, sieht man die Farben so, wie die Tagvögel selbst. Wer einmal solche Versuche angestellt hat, wird an der Lehre von den Schmuckfarben der Vögel nicht festhalten wollen.

Bei den Säugern spielen die „Schmuckfarben“ nur eine untergeordnete Rolle gegenüber den hier stark vertretenen Schutzfärbungen.

Aus meinen hier flüchtig besprochenen Untersuchungen ergibt sich die interessante Tatsache, daß eine besonders große Farbenpracht im Tierreiche sich da entwickelt hat, wo ihre Wahrnehmung schon aus physikalischen und aus physiologischen Gründen ausgeschlossen ist, bei den Tieren des Meeres. Diesem Farbenreichtume gegenüber treten die bunten Tierfarben da, wo sie allein wahrgenommen werden können, bei den luftlebenden Wirbeltieren, weit zurück. Was bei luftlebenden Wirbeltieren möglicherweise Schmuckfarbe sein könnte, beschränkt sich fast ganz auf das Rot und Blau beim Pavian, das Rot, Gelb und einen Teil des Grün bei Tagvögeln und Reptilien sowie die verhältnismäßig spärlichen bunten Farben bei Amphibien.

Wir wissen also jetzt, daß die Blüten nicht um der Insekten willen bunt geworden sein können, daß das Blau, Grünblau und Violett im Gefieder der Tagvögel nicht als Schmuckfarbe zur Anlockung des anderen Geschlechtes sich entwickelt haben kann, daß die bei Wassertieren so vielfältig auftretenden lebhaften Färbungen keine Schmuckfarben, Hochzeitskleider oder Warnfarben, und daß auch die bunten Farben der Schmetterlinge nicht, um von den Artgenossen gesehen zu werden, entstanden sein können.

Mit der Erkenntnis von der Unhaltbarkeit der herrschenden Lehre von der Bedeutung der bunten

Farben bei Tieren und Pflanzen eröffnet sich der biologischen Forschung die interessante Aufgabe, die wahre Bedeutung dieses Farbenreichtums aufzudecken.

Zoologische Mitteilungen.

Über biologische Beziehungen zwischen Zweiflüglern (Dipteren) und Schnecken handelt eine Arbeit von H. Schmitz im *Biologischen Zentralblatt*, Bd. 37, Nr. 1. Man kann die Zweiflügler, die biologisch von Schnecken abhängig sind, in 3 Gruppen einteilen. Die erste Gruppe umfaßt Fliegen, deren Larven im Innern lebender Schnecken hausen. Zu der zweiten Gruppe gehört bis jetzt nur die afrikanische Gattung *Wandolleckia*, deren ausgebildete Formen sich auf lebenden Schnecken aufhalten. Die dritte, umfangreiche Gruppe benutzt tote Schnecken zur Unterbringung der Brut. Ein echter Schneckeninnenparasit ist *Onesia cognata*, eine blaue Fliege, die Schmitz in vereinzelten Exemplaren in den Zuchtbehältern kleiner Häuschenschnecken regelmäßig ein paar Wochen nach dem Einbringen der Schnecken antraf. Die Fliege konnte nur als Larve mit den Schnecken hineingelangt sein, und da die Schnecken alle lebend gewesen waren, so mußten die Larven sich in irgendeiner Weise auf Kosten lebender Schnecken entwickelt haben: Den unwiderleglichen Beweis für den Parasitismus der *Onesia cognata* erbrachte die folgende Beobachtung: Schmitz hatte am 28. Mai 1916 aus einem von Maastricht mitgebrachten Material etwa ein Dutzend lebhaft umherkriechender Schnecken abgesondert, die sämtlich mit der Lupe genau betrachtet wurden. Man sah äußerlich nichts Auffälliges an ihnen. Aber am 4. Juni war eine von ihnen, eine *Patula rotundata*, tot und barg in ihrem Innern eine Fliegenlarve. Diese wuchs sehr schnell, wanderte aus dem Schneckengehäuse aus und verpuppte sich bald, um in der Nacht vom 25. zum 26. Juni zu schlüpfen. — Die Gattung *Wandolleckia* ist unter dem Namen Cooksche Gattung durch *Wandollecks* Arbeit „Die Stethopathidae, eine flügel- und schwingerlose Familie der Diptera“ 1898 bekannt geworden. Cook hatte die Tiere auf lebenden großen Landschnecken in Liberia gefunden. Über Einzelheiten ihrer Lebensweise berichtet *Wandolleck*: „Sie scheinen sich vom Schleim der Schnecken zu nähren. Sie sind sehr gute Läufer; bei Beunruhigung verlassen sie sehr schnell ihren Wirt, um später wieder zurückzukehren.“ Schmitz konnte feststellen, daß die *Wandolleckia*-Arten eine weitgehende imaginale Entwicklung durchmachen, deren biologische Bedeutung in der Unterdrückung des freien Larvenstadiums liegt. Wie zweckmäßig eine solche Unterdrückung ist, ergibt sich sofort, sobald man sich eine Dipterenlarve als Außenscharotzer einer Gehäuseschnecke vorzustellen versucht. Sie würde beständig in Gefahr sein, bei Zurückziehung des Schneckenkörpers von diesem abgestreift zu werden. Ein Insekt, das in allen Entwicklungszuständen auf Gehäuseschnecken ein ektoparasitisches Leben führt, erscheint also nicht möglich. Darum fiel das Larvenstadium aus. — Unter den Zweiflüglern, die ihre Eier an abgestorbene Häuschenschnecken legen, ist besonders die Gattung *Paraspiniphora* erwähnenswert. Bei ihren Arten scheint eine direkte morphologische Anpassung an die Brutversorgung vorhanden zu sein in Form eines besonderen Geruchsorgans auf der Oberseite der Kiefertaster. Es findet sich bei den einzelnen Arten in verschieden starker Entwicklung und dient zur Aufspürung des

Schneckenaases. Es stellt sich bei genauerem Studium als eine Mulde dar, aus der oft Hunderte von farblosen Stiften hervorrangen. Bei Färbung zeigt sich, daß ein breiter Nervenstrang in den Taster eintritt und sich dann ausbreitet. Die verschiedenen *Paraspiniphora*-Arten werden von einem Parasiten aus der Familie der Braconiden heimgesucht, dessen Larve man oft an Stelle der Fliegenpuppe findet, wenn man das Puparium öffnet.

Der Nestbau der Tausendfüßer bildet den Gegenstand einer Abhandlung von Ernst Voges. (*Biol. Zentralbl.* Bd. 36, Nr. 11/12.) Es wird darüber gestritten, ob die Tausendfüßergattung *Polydesmus* Nester aus der rohen Erde baut, worin das Tier lebt, oder aus einer präparierten Erde, die zu diesem Zweck aufgenommen wird und den Darm passiert. Die Nahrung der Tiere besteht aus Pflanzenresten. Es sind vornehmlich die weichen, in Verwesung übergehenden Pflanzenreste, an denen man sie nagend findet. Eine besondere Vorliebe zeigen sie für faulende Früchte aller Art. Eine sonderbare Erscheinung wäre es also immerhin, wenn so ausgesprochene Vegetarier in der Geschlechtsperiode plötzlich Geophagen würden, nur um die Erde für ihren Nestbau zu präparieren. Der Darm der Tiere enthält allerdings neben Pflanzenresten erdige Bestandteile, besonders Silikatsplittchen. Aber daraus folgt noch nicht, daß diese Erdmassen eigens zu dem Zweck verschlungen werden, um sie für den Nestbau zu verwerten. Wie gierig die Tausendfüßer hinter der reinen Pflanzenkost her sind und die mit Erde vermengte Pflanzennahrung tunlichst meiden, das erkennt man bei den Tieren in der Gefangenschaft. So hatte Voges Anfang März eine Anzahl *Polydesmus complanatus* in eine Glasschale gebracht, die mit Gartenerde gefüllt war. Die Gefangenen erhielten ferner als Futter gekochte Kartoffeln und vermoderte Quittenreste. Der Darm der Tiere war nicht dunkel, sondern hellfarbig, ein Zeichen, daß sie die mit Erdteilchen behaftete Pflanzenkost in der Schale mieden. Nach etwa 14 Tagen fand Voges die ersten Nestbauten der gefangenen *Polydesmus*, und zwar zunächst als solitäre Erdgehäuse. Der kleine, wie gedrechselte glockenförmige Erdbau lief nach oben in eine schornsteinartige Röhre aus. Über die Werkzeuge, womit die Weibchen ihre zierlichen Erdtöpfe herstellen, gewann der Forscher einige Aufklärung, als er eines Mäztages ein Weibchen bei der Arbeit beobachten konnte. Der Nestbau, aus der Gartenerde in der Glasschale ausgeführt, war einige Millimeter hoch gediehen und glich einer runden Erdschale. Auf ihrem freien Rande bewegte sich das Weibchen hin und her im Kreise. Sein Vorderkörper war aufgerichtet und wand sich schlangenartig unter lebhafter Bewegung der Fühler und Mundwerkzeuge. Die Afterklappen waren weit geöffnet und der Aftersack hervorgestülpt. Ein Kotballen wurde jedoch nicht ausgestoßen. Wohl aber erglänzte der auf den Rand der kleinen Erdschale geklemmte Aftersack von einer Flüssigkeit. Während das Tier auf dem runden Erdwall sich rückwärts im Kreise drehte, drückte es die Beine jederseits über den Schalenrand hinweg fest an die Randseiten, gleichsam das zwischen den Beinen befindliche feuchte Erdreich knetend. Infolge einer Störung verließ es sein angefangenes Werk. — Am 14. Juni konnte Voges abermals ein *Polydesmus*weibchen beim Nestbau beobachten. Dabei schienen die Mundwerkzeuge des Tieres bald an der einen, bald an der anderen Stelle von dem Erreich zu fressen, sodaß es den Eindruck machte, als nehme das Tier den nötigen Baustoff aus seiner Umgebung auf,

um ihn nach dem Durchmarsch durch den Darm zu verarbeiten. Allein, wäre dem so, dann hätte der Beobachter im Laufe der Bautätigkeit viel öfter feste Kotballen austreten sehen müssen, was nicht der Fall war. Wohl sah er indes, wie in kurzen Zwischenräumen der Aftersack weit hervorgestülpt und ein Flüssigkeitstropfen, untermischt mit dunklen Kotstückchen, ausgestoßen wurde. Daß also Exkremente des Tieres als festes Baumaterial mit verwandt werden, ist zweifellos. — Wie die Polydesmiden sich bei ihrem Nestbau auch dem Baumaterial anzupassen wissen, lehrt die Tatsache, daß ein stark vermodertes, mit Erdteilchen inkrustiertes Birnblatt von einem Weibchen als Baustoff verwandt wurde, indem es auf der Blattspreite über dem Blattstiel, wo die Modermasse des Blattes am dicksten war, seine kreisenden Bewegungen ausführte und den Glockenbau herstellte. Der kaminartige Abschluß war indes unvollständig, wenssion die endständige Gehäuseöffnung deutlich hervortrat.

Zur Physiologie und Biologie der sapropelischen Organismen liefert Robert Lauterborn einen wertvollen Beitrag. (Verhandl. d. Naturhist.-Mediz. Vereins zu Heidelberg, Bd. 13, Heft 2.) Die nächste Umwelt der sapropelischen, d. h. der den faulenden organischen Schlamm am Grunde unserer Gewässer bewohnenden Lebewesen ist besonders durch folgende Eigentümlichkeiten gekennzeichnet: Der halbflüssige, faulende Schlamm besteht zum größten Teil aus Zelluloseresten von Pflanzen sowie Überbleibseln von Tieren, während mineralische Bestandteile ganz zurücktreten. In der Tiefe dieses Schlammes ist der Zutritt des Lichtes mehr oder weniger gehemmt, ganz besonders in den Gewässern, deren Oberfläche von einer dichten Lemnadecke überzogen ist. Chemisch ist das Medium durch die starke Anreicherung gelöster organischer Substanzen gekennzeichnet, wie sie bei der Fäulnis des pflanzlichen und tierischen Protoplasmas sowie bei der Gärung der Zellulose entstehen. Bei all diesen Zersetzungsvorgängen findet eine starke Sauerstoffzehrung statt; es herrscht daher in der Tiefe des Faulschlammes stets nur ein ganz geringer Sauerstoffgehalt, der bis zum völligen Schwunde dieses Gases gehen kann. Im Gegensatz dazu ist die Entbindung von Methan, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, also solcher Gase, die sonst das tierische Leben schädigen, eine sehr lebhaft. — Bei dem weitgehenden Mangel an freiem Sauerstoff kann die normale Oxydationsatmung nur in ganz beschränktem Maße und höchstens an der Oberfläche des Schlammes stattfinden. In der Tiefe des Schlammes muß die Betriebsenergie für die Lebensfunktionen der Organismen auf andere Weise gewonnen werden. Es geschieht dies in den meisten Fällen auf dem Wege intramolekularer Atmung oder Spaltungsatmung, d. h. durch hydrolytische Spaltung bestimmter organischer Verbindungen von hohem Energiewert. Nach dieser Richtung hin kommen im Faulschlamm in erster Linie die Kohlenhydrate und unter diesen vor allem das Glykogen in Betracht, das bei den sapropelischen Organismen weit verbreitet ist. Neben dem Glykogen müssen den Bewohnern des Faulschlammes aber auch noch andere Energiequellen zur Verfügung stehen. So ist es Lauterborn beispielsweise nie gelungen, bei der typischen sapropelischen Infusorienfamilie der Ctenostomiden Glykogen nachzuweisen; hier wie in anderen Fällen dürften wohl bestimmte Proteine die Energiequelle darstellen. — Die sapropelische Lebewelt bildet in vieler Hinsicht gewissermaßen den biologischen Gegenpol zur planktonischen. Während

bei dieser zahlreiche Einrichtungen darauf hinwirken, den Organismen ein möglichst niederes spezifisches Gewicht zu verleihen, treffen wir bei gewissen sapropelischen Lebewesen, z. B. bei dem riesenhaften Wurzelfüßer *Pelomyxa palustris*, Zelleinschlüsse von so hohem spezifischen Gewicht, daß sie geradezu als Beschwerer wirken müssen. — Ein besonderes Gepräge erlangt der Faulschlamm durch eine auffallend große Anzahl seltsam gestalteter Infusorien. Ähnliche bizarre Formen finden sich auch in beträchtlicher Artenzahl im Darm der Wiederkäuer und Pferde, wo ein Brei von Zellulosetrümmern ähnliche Bedingungen darbietet, wie die zerfallenden Pflanzenmassen des Faulschlammes am Grunde der Gewässer. Überhaupt ergibt sich aus den Ausführungen Lauterborns eine bemerkenswerte Übereinstimmung in der Lebensweise sapropelischer und darmparasitärer Organismen, eine Übereinstimmung, die so weit geht, daß sie den beiderseits vorkommenden Infusorien auch morphologisch eine ganze Reihe gemeinsamer Züge (panzerartige Erhärtung der Pellicula; spitze Fortsätze, Dornen und Stacheln am Hinterende; lange, fast geißelartige Zilien; gelbliche Färbung usw.) aufträgt. Diese Feststellung scheint Lauterborn nicht ohne Bedeutung für die Frage nach der Herkunft der Parasiten überhaupt; zeigt sie doch, daß ein Übergang von der freilebenden zur parasitären, speziell darmparasitären Lebensweise bei keiner Biozoonose unserer Gewässer sich weniger schroff vollziehen würde, als bei den Mitgliedern der sapropelischen Lebewelt.

Über die Zucht der gefleckten Hyäne (*Hyaena crocuta* Erxl.) berichtet Georg Grimpe im Zoologischen Anzeiger (Bd. 48, Nr. 2.). Diese Zucht gilt als sehr schwierig, was seinen Grund insbesondere in den merkwürdigen und noch durchaus ungeklärten Geschlechtsverhältnissen der Tüpfelhyäne haben mag. Es ist vorderhand unmöglich, die Geschlechter an äußeren Merkmalen zu unterscheiden. Diese seltsamen Verhältnisse haben zu all den Märchen vom Hermaphroditismus und willkürlichen Geschlechtswechsel der gefleckten Hyäne Veranlassung gegeben. Aus dieser Tatsache erklärt es sich aber auch, daß passende Zuchtpaare nur schwer und ganz zufällig ausfindig gemacht werden konnten, und daß infolgedessen die Zucht in der Gefangenschaft zu den größten Seltenheiten gehört. — Im Leipziger Zoologischen Garten gelang es im Jahre 1915 zweimal gefleckte Hyänen zu züchten. Dabei wurden folgende Beobachtungen gemacht: Die Tragdauer beträgt 98 bis 99 Tage. Die Zahl der geworfenen Jungen ist 2, nicht 3 bis 7, wie Brehm angibt. Die Tiere werden sehend geboren, haben wohlentwickelte Schneide- und Eckzähne und können selbständig gehen. Das Haarkleid der Jungtiere, die etwa die Größe eines halb ausgewachsenen Dachshundes haben, ist kurz, samtig, einförmig dunkel- bis schwarzbraun, ohne jede Andeutung der späteren Fleckung. Die Tiere zeigen in ihren Bewegungen schon vom ersten Tage ab das scheue, seltsame Benehmen der Alten. Der Rücken ist schon etwas abschüssig, trotz der bedeutend längeren hinteren Extremitäten. Die „gräßlich lachende“ Stimme hat Grimpe schon am vierten Tage vernommen. Auffällig ist ferner, daß die Jungtiere schon wenige Tage nach der Geburt völlige Erektionsfähigkeit des Penis zeigen. Über das Heranwachsen der Tüpfelhyänen ist zu bemerken, daß der anfangs völlig einförmig schwarzbraune Pelz erst nach 1½ Monaten lichter wird, indem die ersten helleren Haare am Kopfe auftreten und die endgültige Färbung sich dann ganz allmählich von vorn nach hinten fortschreitend über

den ganzen Körper verbreitet. Mit 4 Monaten erscheinen die Jungen noch wesentlich dunkler und weniger ausgesprochen gefleckt als die Alten. Erst nach 9 Monaten, wenn sie reichlich halb so groß wie die Alttiere sind, gleichen sie ihnen in der Färbung völlig.

Über trommelnde Spinnen teilt *Heinrich Prell* interessante Beobachtungen mit. (*Zoolog. Anz.* Bd. 48, Nr. 2.) Gelegentlich eines Spazierganges in der Umgebung von Tübingen wurde seine Aufmerksamkeit auf ein eigentümliches Geräusch gelenkt, das aus dem dünnen Laube am Graben eines Waldweges ertönte. In seinem Charakter erinnerte es an dasjenige, das entsteht, wenn man mit dem Fingernagel über eine Feile hinstreicht. Als Urheber des Geräusches ergab sich das Männchen der Spinne *Pisaura mirabilis*. In den Gläsern, in denen *Prell* die Tiere zum Transport untergebracht hatte, setzten sie ihre Trommelversuche zunächst fort. Durch das Glas hindurch ließ sich jetzt der Vorgang unter der Lupe leicht betrachten. Will die Spinne trommeln, so nimmt sie eine charakteristische Stellung ein. Sämtliche Beine sind aufgesetzt und nur im Kniegelenk gebeugt, sonst aber fast gerade ausgestreckt. Dann wird der Hinterleib stark nach abwärts gebogen und, während die Taster sich abwechselnd schnell auf und nieder bewegen, in eine rasche zitternde Bewegung versetzt, so daß seine Spitze in schneller Folge auf die Unterlage aufschlägt. Ist diese nun ein dürres Blatt, so muß durch das wiederholte Pochen ein feines Knarren entstehen. Es kann fraglich erscheinen, ob das Hämmern mit den Tastern oder die Bewegung des Hinterleibes den Ton hervorbringt. *Prell* glaubt das letztere annehmen zu müssen. Was die biologische Bedeutung des Trommelns anbelangt, so handelt es sich wohl mit Sicherheit um eine Fähigkeit, die die Annäherung der Geschlechter erleichtern soll. So konnte *Prell* in mehreren Fällen beobachten, daß beim Aufsuchen eines trommelnden Männchens auch ein sich in seiner nächsten Nähe befindendes Weibchen aufgeschreckt wurde. Wie es scheint, können nur die männlichen Individuen von *Pisaura* trommeln. Die beiden Bewegungen während der Tonerzeugung, das Hämmern mit den Tastern und das Schwingen des Hinterleibes, kommen bei sehr vielen Spinnen vor; ob unter geeigneten Umständen auch diese dann ihre Unterlage zum Tönen bringen, muß dahingestellt bleiben. Einiges Interesse dürfte das Trommeln von *Pisaura* deshalb beanspruchen, weil bei Spinnen musikalische Fähigkeiten nur wenig verbreitet sind, und weil es ein neues Beispiel für die verhältnismäßig seltene Erscheinung ist, daß sich Tiere lebloser Gegenstände zur Erzeugung von Geräuschen bedienen.

Walther May, Karlsruhe.

Physikalische und chemische Mitteilungen.

Über die Gleichmäßigkeit der Wärmeausdehnung des Invars hat *Ch. Ed. Guillaume* Versuche angestellt. Diese ist nämlich in technischer wie in wissenschaftlicher Beziehung von großer Bedeutung. Da das Invar wegen seiner geringen Wärmeausdehnung das beste Material für Uhrpendel bildet, so ist es sehr vorteilhaft, wenn dieselbe Kompensation, welche man für ein Pendel bestimmt hat, ohne weiteres für alle Pendel aus einem Barren, der demselben Gusse entstammt, angewandt werden kann. Ebenso kann man die sehr

schwierige und kostspielige Bestimmung der Wärmeausdehnung eines Maßstabes von 4 m Länge durch die sehr viel einfachere einer solchen von 1 m ersetzen; vorausgesetzt, daß dieser derselben Masse entnommen und die Wärmeausdehnung in ihr völlig gleichmäßig ist. Der Geringstwert, durch welchen die Wärmeausdehnung der Eisennickellegierungen bei Änderung ihrer Zusammensetzung geht, ist scharf ausgeprägt, so daß kleine Abweichungen von der Zusammensetzung des Invars rasch zu merklich höheren Werten von α führen. Der Zusatz von andern Metallen oder Metalloiden (Ni, C, Si), die notwendig sind, um die Legierung schmiedbar zu machen, erhöht den Geringstwert, und da man im praktischen Gießereibetriebe die Zusammensetzung eines Gusses niemals genau regeln kann, so ändert sich die Wärmeausdehnung in merklicher Weise von einem Gusse zum anderen. Es ist daher nötig, für jeden Guß die Wärmeausdehnung an einer ausgewählten Probe unmittelbar durch den Versuch zu bestimmen. Man kann sich aber fragen, ob eine solche Bestimmung genügt, da die Wärmeausdehnung des Invars nicht nur durch die Zusammensetzung beim Gusse, sondern auch durch die weitere Behandlung einflußt wird. Diese Frage wird noch verwickelter, wenn man die Möglichkeit lokaler Abweichungen von der mittleren Wärmeausdehnung ins Auge faßt. Dann sind nämlich auch die Abmessungen der Gegenstände, welche aus dem Invar hergestellt werden, zu berücksichtigen. So ist z. B. die Dicke der Spiralen für Taschenuhren von der Größenordnung eines hundertstel Millimeters und die Dicke eines geodätischen Drahtes von der eines Millimeters. *Guillaume* hat Versuche mit zwei Güssen angestellt, von denen der eine im Tiegel mit 300 kg, der andere im Schmelzofen mit 6000 kg ausgeführt wurde. Aus diesen wurden 14 verschiedene Drahtproben hergestellt und ihre Ausdehnung zwischen 0 und 38° gemessen. Die Drähte waren vor dieser Messung einige Tage lang auf einen Kessel aufgewickelt gewesen, in dem Wasser siedete, und darauf während ungefähr dreier Monate einer stufenweisen Abkühlung unterworfen worden. Die Ergebnisse der Ausdehnungsmessung waren folgende:

Probe	α_{20}	Probe	α_{20}
1	+ 0.08 · 10 ⁻⁶	8	+ 0.08 · 10 ⁻⁶
2	0.00	9	+ 0.06
3	+ 0.10	10	+ 0.11
4	+ 0.13	11	+ 0.03
5	+ 0.10	12	+ 0.03
6	+ 0.05	13	+ 0.04
7	+ 0.03	14	+ 0.12

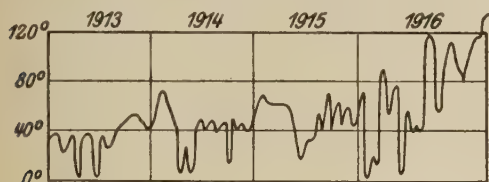
Mittel + 0.07 · 10⁻⁶

Mittel + 0.07 · 10⁻⁶

Die ersten 7 Proben waren Drähten entnommen, welche bei der Aufwicklung auf den Heizkessel den inneren Schichten angehörten, die letzteren 7 Proben aber den äußeren Schichten. Die große Übereinstimmung der Mittel scheint eine zufällige zu sein. *Guillaume* hat aber aus diesen Ergebnissen die Überzeugung gewonnen, daß trotz der vielfachen Ursachen, welche auf die Wärmeausdehnbarkeit des Invars einwirken, man bei richtig geleiteter Behandlung des Materials zu solcher Gleichmäßigkeit gelangt, um selbst für sehr genaue Messungen auf die Übereinstimmung zwischen einer untersuchten und einer benutzten Probe schließen zu können (*C. R.* 164, 966, 1917).

Eine unmittelbare Beziehung zwischen der Kathodenstrahlung der Sonne bei lebhafter Fleckentätigkeit und der Ausdehnung des die Sonne stets umgebenden kreisförmigen Scheines glaubt *J. Maurer* gefunden zu haben.

Dieser zirkumsolare Schein, der in seiner großartigsten Erscheinung als Bishopscher Ring in den Jahren 1883/85, 1903/04 und 1911/12 als Folge mächtiger Vulkanausbrüche (Krakatau 1883, Mont Pelé 1902, Katmai 1912) mit breiter rotbrauner Aureole auftrat, ist seit dem Abflauen der großen atmosphärisch-optischen Störung im Jahre 1912 dauernd beobachtet worden. Die Änderungen seines Durchmessers gibt während der Jahre 1913 bis 1916 die abgebildete Schaulinie wieder. Bemerkenswert ist zunächst hieran, daß während der Sommermonate Juli und August der Jahre 1914 und 1915, die recht feucht waren, der solare Schein recht unbedeutend war. Eine bloße Funktion des Wasserdampfgehaltes allein der atmo-



sphärischen Schichten kann der Durchmesser des solaren Scheines also nicht sein, denn sonst müßte er gerade im Sommer seine größte Ausdehnung und Intensität zeigen. Seit dem Frühjahr 1916 entwickelt sich der solare Schein aber zu ganz ungewöhnlichen Abmessungen; schon zu Anfang April weist er Durchmesser bis zu 100° auf; im Juni zeitweilig, besonders dann aber im Juli und August dieses Jahres, erreicht er öfters ganz abnorme Werte, die um Mitte und Ende August sogar nahe 140° Durchmesser ergeben. In der zweiten Hälfte des Juli und der ersten Hälfte des August wurde diese überaus starke Ausdehnung in Alpenhöhen von 3000 m sicher beobachtet. Sie ist zeitweilig begleitet gewesen von Dämmerungsstörungen, die in Norddeutschland in den Tagen vom 6. bis 8. und 19. bis 23. August ein kräftiges Wiederaufleben der Dämmerungsfärbungen brachten. Die Ursache dieser Erscheinungen könnte man in der im März 1916 einsetzenden ganz ungewöhnlich starken Artillerietätigkeit an der westlichen Kampffront suchen, indem durch sie eine Verunreinigung der Atmosphäre durch Rauch und Gase eingeleitet worden sein kann, die dann allmählich die solare Dunstkorona in ihrer Größe und Ausdehnung merklich beeinflussen mußte. Zum Teil sind diese Erscheinungen aber wahrscheinlich die Folge von kosmischen Vorgängen. In den letzten Jahren hat nämlich eine gesteigerte Sonnentätigkeit durch Bildung von Flecken eingesetzt. So fand z. B. in den Tagen vom 21. bis 23. Juni eine sehr lebhaftes Fleckentätigkeit sowohl auf der nördlichen wie auf der südlichen Sonnenhalbkugel statt, und am 21. und 22. Juni wurden auch zahlreiche metallische Protuberanzen beobachtet. Um dieselbe Zeit aber, am 21. Juni nachmittags wuchs der Durchmesser der ziemlich intensiven Dunstscheibe um die Sonne bis auf 120° an. Ihre äußere Umrandung zeigte dabei einen starken, bräunlichen Strich; am 22. und 23. Juni wiederum bei auffallend starker Dunstkorona von mindestens 100° Durchmesser dieselbe bräunliche Umsäumung. Solche Erscheinungen, die gleichzeitig von magnetischen Störungen und Nordlichtern begleitet waren, sind mehrfach beobachtet worden. Nach Birkeland sind aber sowohl die magnetischen Störungen wie auch die Nordlichter durch von der Sonne beim Auftreten der Fackeln und Flecken ausgesandte Kathodenstrahlen veranlaßt.

Man kann daher an der Einwirkung der solaren Kathodenstrahlen auf die Ringerscheinungen um die Sonne kaum zweifeln (*Mitt. Phys. Ges. Zürich*, 105, 1916).

Über Messungen der durchdringenden Strahlung, die mit dem Wulfschen Apparate ausgeführt worden sind, berichtet A. Gockel. Die Messungen wurden in verschiedenen Tiefen des Bodensees, auf Gletschern und in Gletscherspalten und Gletscherhöhlen sowie an anderen Orten im Gebirge vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Messungen sind: 1. Eine Wasserschicht von 3,5 m Dicke genügt noch nicht, um die ganze aus der Atmosphäre kommende (kosmische?) Strahlung zu absorbieren. 2. Die Beobachtungen auf Gletschern beweisen ebenso wie die im Ballon gemachten eine Zunahme der durchdringenden Strahlung mit der Höhe. 3. Auf festem kristallischen Gestein ist die Strahlung stärker als auf Kulturboden diluvialer Formationen. 4. Eine tägliche Schwankung der durchdringenden Strahlung ist nicht nachweisbar. 5. Der aus dem Boden kommende Anteil der Strahlung ist stärker in der wärmeren Jahreszeit als in der kalten. 6. Schon in einer Höhe von 2200 m scheint auch der aus der Atmosphäre kommende Anteil von Tag zu Tag Schwankungen aufzuweisen (*Actes Soc. helv. des sc. nat. Genève* 1915 [2], 133).

Ein Vergleich optisch und elektrisch gemessener Dicke von verschiedenen Seifenlamellen wurde von A. Hagenbach und W. Richenbacher gemacht. Die elektrischen Messungen wurden so ausgeführt, daß mit Hilfe zweier Platinsonden, die in eine horizontale rotierende Seifenlamelle eintauchten, der elektrische Widerstand gemessen wurde. Gleichzeitig wurde an der Stelle der Elektroden auch die optische Messung vorgenommen. Vier Gruppen von Lösungen dienten der Herstellung der Seifenlamellen. Die erste Gruppe hiervon bestand nur aus Natriumoleat und Wasser, die zweite Gruppe enthielt außerdem 3 Gewichtsprozent Kaliumnitrat, bei der dritten Gruppe war das Kaliumnitrat durch Glycerin (5–20 % des Wassergewichtes) ersetzt, und die vierte Gruppe enthielt sowohl Kaliumnitrat wie auch Glycerin. In jeder Gruppe wurden drei Lösungen von verschiedener Konzentration, nämlich mit $\frac{1}{40}$, $\frac{1}{60}$ und $\frac{1}{80}$ Oleat des Wassergewichtes verwendet. Die Messungen im optischen Schwarz der Seifenlamellen zeigten, daß die Konzentration des Natriumoleates einen kaum merkbaren Einfluß auf die Dicke der Lamellen hat. Die Mittel der elektrisch gemessenen Dicken an dieser Stelle waren für die vier Gruppen 41,6, 12,9, 22,8 und 13,3 μ . Bei den optischen Messungen ergaben sich die Werte 27, 12, 27 und 10,7 μ . Die beiden Messungsmethoden haben also im allgemeinen übereinstimmende Ergebnisse geliefert. (*Actes Soc. helv. des sc. nat. Genève* 1915 [2], 115.)

Die elektrische Leitfähigkeit sehr dünner Metallschichten wurde von S. Weber und E. Oosterhuis gemessen. Diese Schichten wurden auf der inneren Oberfläche eines 36 mm weiten Glaszylinders durch Verdampfung von Metalldrähten im Hochvakuum niedergeschlagen. Die Drähte, aus Platin, aus Wolfram und aus Silber, wurden zu dem Zwecke in dem Glaszylinder elektrisch erhitzt. Die Dicke der auf diese Weise in einer bestimmten Zeit erzeugten Niederschläge wurde aus der Glühtemperatur der verdampfenden Metalldrähte bestimmt, da von Langmuir durch sorgfältige Untersuchungen festgestellt ist, wieviel Metall bei einer gegebenen Temperatur von Platin- und Wolframdrähten in der Zeiteinheit verdampft. Andererseits wurde die

Niederschlagsmenge auch aus dem Gewichtsverlust der geglühten Drähte ermittelt. Die auf solche Weise gefundenen beiden Werte stimmten bis auf 2 % miteinander überein. Die elektrischen Widerstände dieser dünnen Metallschichten konnten leicht gemessen werden, da in dem Glaszylinder zwei Silberringe angebracht und mit eingeschmolzenen Platindrähten verbunden waren. Der Widerstand der Schichten aus Platin, welcher für kompaktes Platin $0,10 \cdot 10^{-4} \Omega$ für 1 cm^3 beträgt, ergab bei $126,0 \mu\mu$ Dicke $0,68 \cdot 10^{-4} \Omega$ und bei einer Dicke von $10,45 \mu\mu$ $1,65 \cdot 10^{-4} \Omega$. Bei Verringerung der Dicke auf $7 \mu\mu$ nahm der Widerstand ganz bedeutend zu, so daß er bei $5 \mu\mu$ schon $1,25 \cdot 10^{-3}$ und bei $1,695 \mu\mu$ $1,89 \cdot 10^{-2} \Omega$ betrug. Die Schicht von $1,645 \mu\mu$ Dicke zeigte sich noch deutlich als schwarzer Niederschlag, der wenigstens 10 % des hindurchgehenden Lichtes absorbierte. Für noch dünnere Schichten hörte die Leitfähigkeit auf. So wurde für eine Schicht von $0,875 \mu\mu$ Dicke ein unendlich hoher Widerstand gefunden. Trägt man die Leitfähigkeit der Platinschichten als Ordinaten zu ihrer Dicke als Abszissen auf, so erhält man als Schaulinie einen Hyperbelast. Für die Wolfram- und Silberschichten wurden ähnliche Ergebnisse gefunden. Beim Wolfram beginnt die Leitfähigkeit schon bei einer Schichtdicke von $0,5 \mu\mu$, und das außerordentlich starke Ansteigen des Widerstandes bei $2,5 \mu\mu$ Schichtdicke. Etwas anders ist das Verhalten des Silbers insofern, als bei ihm erheblich größere Widerstände auftreten. Das starke Ansteigen des Widerstandes beginnt bei ihm schon bei $25 \mu\mu$ Schichtdicke, und eine $6,5 \mu\mu$ dicke Schicht, welche beim Platin 150Ω und beim Wolfram 300Ω Widerstand besitzt, hat beim Silber $2 \cdot 10^8 \Omega$ Widerstand (*Proc. Amsterdam* 19, 597, 1917).

Eine Karte von der Bewegung des magnetischen Nordpols seit dem Jahre 1541 hat E. Bélot entworfen. Seine Lage hat er aus den Richtungen der Kurven der Deklination von drei Stationen, London, Saint Jean (Neufundland) und Washington bestimmt. Im Jahre 1541 lag er etwas nördlich von der Beringstraße, etwa in 67° nördlicher Breite und 170° westlicher Länge. Er bewegte sich in den nächsten Jahren etwas nach Westen und schlug dann eine nördliche Richtung ein, so daß er bald den $70.$ Breitengrad überschritt und im Jahre 1580 den $71.$ Breitengrad im $179.$ westlichen Meridian erreichte. Darauf erfolgte seine Bewegung nach Nordosten und später nach Osten. Im Jahre 1630 kam er dem geographischen Nordpol am nächsten im $81.$ Breitengrad und im $130.$ Meridian. Die östliche Bewegung verwandelte sich wiederum in eine südöstliche, so daß er 1812 wieder auf dem $70.$ Breitengrade bei 86° westlicher Länge lag. Seit dieser Zeit hat er sich in einer einfachen Wellenlinie wieder nach Westen bewegt und liegt nunmehr (1916) auf dem $70.$ Breitengrad und dem $90.$ westlichen Meridian. Der magnetische Pol bewegt sich also nicht um den geographischen Pol herum, wie man früher glaubte, sondern er pendelt seit 800 Jahren in der Gegend nördlich vom großen Ozean. Dies entspricht der von Bélot aufgestellten Theorie, nach der der Eisengehalt der Erdkruste unterhalb der Weltmeere doppelt so stark ist wie unter dem Festlande und nach der also die starke magnetische Wirkung des Großen Ozeans vorherrschend ist. Der magnetische Pol scheint einen Ring zu beschreiben, zu dessen Umkreisung eine 12mal geringere elektromagnetische Störungskraft nötig ist, als wenn er sich auf dem $70.$ Breitenkreis herumbewegte. Seine Bewegung hat den Charakter einer Pendelbewegung, welche sich an

den äußersten Punkten ihrer Ausschwingung verlangsamt; denn seine mittlere Geschwindigkeit war in den Jahren 1580 bis 1765 ungefähr 12 km im Jahre und hat sich in den letzten 100 Jahren auf 8 km verringert. Seine größte Geschwindigkeit hatte er 1630, als er sich im kürzesten Abstände von dem geographischen Nordpol befand. Es scheint, daß der magnetische Südpol eine Ringbewegung in entgegengesetztem Sinne ausführt, die aber im Verhältnis von $1,62$ zu $2,05$ kleiner ist, wie es den magnetischen Stärken der beiden Pole entspricht. Dann würde der magnetische Südpol die Roßsee von West nach Ost in einem Jahrhundert überschreiten können (*C. R.* 164, 113, 1917).

A. Mahlke, Hamburg.

Kohlenextraktion und Vakuumteer. Vor einigen Jahren haben Pictet und Ramseyer die Frage nach der Zusammensetzung der Kohle durch die wichtige Entdeckung bereichert, daß man der Kohle durch Extraktion mit Benzol einen gesättigten Kohlenwasserstoff der Formel $\text{C}_{13}\text{H}_{26}$, das Hexahydrofluoren, entziehen kann. Diese Extraktionsmethode ist erst im Vorjahre durch die Arbeiten von Fr. Fischer und Gluud vervollkommen worden. Pictet bediente sich aber, um größere Mengen dieser Verbindungen zu erhalten, der Destillation der Kohle im Vakuum. Pictet und seine Mitarbeiter (*Ber. d. Deutsch. chem. Ges.* 1911, 1913, 1915) konnten zeigen, daß dieses Hexahydrofluoren bei stärkerem Erhitzen in Fluoren übergehe, wie denn der gesamte Vakuumteer beim Überhitzen die Verbindungen des normalen Teers liefert. Die Vakuumdestillation der Kohle ist durch Pictet und Bouvier zum ersten Male systematisch durchgeführt worden. Bei einer Temperatur von etwa 450° wurden dabei etwa 4 % Teer erhalten. Das Gaswasser enthielt weder Ammoniak noch Ammoniaksalze, die also auch erst bei der Überhitzung gebildet werden. Der Koks ist locker und leichter verbrennbar als der gewöhnliche. Der Vakuumteer bildet eine hellbraune, fluoreszierende Flüssigkeit, die leichter als Wasser ist, petrolähnlich riecht, keine Phenole, wohl aber Basen enthält. Die Bestandteile dieses Teers sind alle hydroaromatische, naphtenartige Verbindungen. Etwa die Hälfte sind gesättigte Cyclane der allgemeinen Formel C_nH_{2n} ; die andere Hälfte bilden ungesättigte Verbindungen. Zur Trennung beider bediente sich Pictet des in der Petrolreinigung eingeführten Verfahrens von Edeleanu, wonach die gesättigten Verbindungen, ebenso wie jene des Petroleums, durch verflüssigte schwefelige Säure zum Unterschied von den ungesättigten nicht gelöst werden. Die Verbindungen $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$, $\text{C}_{11}\text{H}_{22}$ und $\text{C}_{12}\text{H}_{24}$ erwiesen sich identisch mit den von Mabery im kanadischen Petroleum nachgewiesenen. Von den Verbindungen C_9H_{18} und $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$ erwies sich die erste als identisch mit Hexahydromesitylen, die letztere mit Hexahydrodurel. Es handelt sich also um Homologe des Cyclohexans. In den am höchsten siedenden Anteilen des Vakuumteers wurde eine in weißen Kristallen sich ausscheidende Verbindung erhalten, das Melen $\text{C}_{30}\text{H}_{60}$, welches auch in den Produkten der Kohlenextraktion mit Benzol angetroffen wurde, ferner im Paraffin des galizischen Petroleums und schließlich schon früher als Zersetzungsprodukt des Bienenwachses beschrieben worden war. Während die bisherigen Untersuchungen sich mit einer Kohle von Montrambert (Loire) beschäftigten, wurde neuerdings (*Compt. rend. de l'Acad. Paris* 163, S. 363, 1916) eine Saarfettkohle geprüft. Sie wurde wieder mit siedendem Benzol ausgezogen. Es wurden eine ganze Reihe von Verbindungen erhalten, die sich mit jenen des Vakuumteers identisch erwiesen. Identifiziert konnten z. B.

werden Dihydrotoluol, Dihydromesitylen, ferner gesättigte, wie z. B. wieder das Melen. Es wird also allem Anscheine nach bei der Vakuumdestillation keine pyrogene Zersetzung der Kohlenwasserstoffe hervorgerufen. Die Steinkohle verhält sich wie eine feste, als Kohlenwasserstoffen bestehende Masse, die mit einer Flüssigkeit durchtränkt ist, die chemisch dem Petrol nahesteht. *Pictet* konnte auch zeigen, daß diese durch Extraktion gewinnbare Flüssigkeit wie die meisten Petroleumsorten eine geringe optische Aktivität aufweist. Nach der Vakuumdestillation verschwindet allerdings dieses Drehungsvermögen. Es genügt also eine Temperatur von 450°, um diese Racemisierung der flüchtigen Bestandteile herbeizuführen. Daraus kann man den wichtigen Schluß ziehen, daß bei der Kohlenbildung diese Temperatur nicht erreicht wurde. Dies stimmt gut überein mit der Angabe von *Jones* und *Wheeler* (*Journ. Chem. Soc.* 109, S. 707, 1916), wonach die Kohlenbildung aus untergegangener Pflanzensubstanz unter Druck bei einer Temperatur unterhalb 300° vor sich gegangen sein müsse.

Pyrogene Acetylenkondensationen. Der Steinkohlenteer, wie er bei der trockenen Destillation der Kohle unter gewöhnlichem Druck erhalten wird, bildet seit etwa 60 Jahren die Grundlage der wichtigsten Zweige der organisch-chemischen Industrie. Während eine Unzahl von Arbeiten sich mit der Isolierung und Veredelung der einzelnen Teerbestandteile befaßten, die dann zur Gewinnung der vielen Tausend künstlicher Farbstoffe, der Heilmittel, der Sprengstoffe usw. führten, ist bis vor wenigen Jahren an der Gewinnung des Teers selbst nicht gerührt worden. Mit einem Male wurden von mehreren Seiten Untersuchungen veröffentlicht, die durch eine Umgestaltung der Destillation ganz anders zusammengesetzte Teeröle zu gewinnen erlauben bzw. einen Teer nach neuen Methoden, durch Zersetzung von einfachsten Kohlenwasserstoffen darstellen lehren. Weiter sind neuerdings Verfahren bekannt geworden, durch Extraktion der Kohle Öle zu entziehen. Alle diese Verfahren haben neben einem größeren praktischen auch ein tieferes wissenschaftliches Interesse. Sie belehren uns über die Entstehung der bisher als Ausgangsmaterialien der Teerveredelung dienenden aromatischen Verbindungen des Steinkohlenteers; sie lassen uns einen Einblick gewinnen in die Chemie der Kohle; sie zeigen uns die Verwandtschaft zwischen Kohlen und Mineralölen und vermögen uns wertvolle Beiträge zur Entstehungsgeschichte beider zu geben. Die Bildung von aromatischen Kohlenwasserstoffen durch Überhitzung des Acetylens ist schon von *Berthelot* studiert worden, der z. B. das Benzol, Naphthalin, Styrol schon 1866 auf diese Weise gewann. Diese Versuche sind nun systematisch und mit weit größeren Mitteln von *R. Meyer* und seinen Mitarbeitern weitergeführt worden (*Ber. d. Deutsch. chem. Ges.* 1912—1916). Es sind bisher 23 Kohlenwasserstoffe des Teers auf diese Weise erhalten, im ganzen aber vielleicht 34, mit Sicherheit 31 Verbindungen des gewöhnlichen Teers im Acetyleneer nachgewiesen worden, denn auch schwefel-, stickstoff- und sauerstoffhaltige Teerbestandteile konnten durch Mischen des Acetylens mit entsprechenden Substanzen, Produkten der Kohlendestillation, durch gemeinsame Überhitzung erhalten werden. Das Acetylen für sich der pyrogenen Zersetzung unterworfen, liefert einen Teer, aus welchem außer Benzol noch Toluol, Naphthalin, Anthracen, Biphenyl, Inden, Fluoren, Pyren, Chrysen, Phenanthren, Acenaphten, Hexylen isoliert werden

konnte; in späteren Arbeiten noch Methyl- und Dimethylnaphthaline, Hydronaphthaline, Styrol, m- und p-Xylol, Mesitylen, Pseudocumol, Hydrinden, Fluoranthren. Ein Gemisch von Benzol und Ammoniak liefert Anilin, welches weiter zu Carbazol kondensiert werden kann. Die Anilinbildung aus Benzol ist umkehrbar, woraus *R. Meyer* die Erklärung ableitet, daß der gewöhnliche Steinkohlenteer so wenig dieser Base vorgebildet enthält. Verwendet man das Benzol im Entstehungszustande, also in Form von Acetylen, so liefert dieses mit Ammoniak neben kleinen Mengen Anilin und Benzonitril auch Pyridin, Pyrrol und Chinolin. Pyridin wurde auch aus Acetylen und Blausäure gewonnen. Mit Schwefelwasserstoff entsteht Thiophen. Bei diesen Reaktionen mischt man das Acetylen noch mit Wasserstoff; wird an dessen Stelle das methanreiche Leuchtgas verwendet, so entstehen sowohl neben Pyridin als neben Thiophen auch deren Homologe. Die pyrogene Gewinnung des Phenols ist erst in allerletzter Zeit gelungen, indem wieder Acetylen mit Wasserdampf oder auch Anilin mit Wasserdampf überhitzt wurde. Die Ausbeuten sind aber bisher sehr gering gewesen, da man ganz genaue Temperaturgrenzen einhalten muß, weil das Phenol bei höheren Temperaturen wieder zerfällt. *R. Meyer* ist der Ansicht, daß diesen pyrogenen Bildungen aus dem Acetylen neben der von *Pictet* gezeigten Entstehung der Teerbestandteile durch Dehydrierung hydroaromatischer Verbindungen der ursprünglichen Kohlenstoffsubstanz eine weit größere Rolle zukommen muß, als *Pictet* zugestehen will. Da man Acetylen auch direkt aus Kohlenstoff und Wasserstoff durch eine pyrogene Synthese nach *Berthelot* gewinnen kann, so ist nach diesen neuen Arbeiten auch die Gewinnung vieler wichtiger Teerbestandteile nunmehr durch direkte Totalsynthese ermöglicht, und es liegt durchaus im Bereiche der Wahrscheinlichkeit, daß man zur Gewinnung des einen oder des anderen im Teer nur in geringerer Menge zugänglichen Stoffes solcher pyrogener Kondensationen sich bedienen wird. Mit fortschreitender Erfahrung werden wir es wohl in der Hand haben, die Bildung dieser oder jener Verbindung durch genaue Innehaltung bestimmter Temperaturen usw. wesentlich zu begünstigen. Da aber das Acetylen bis auf weiteres aus dem Karbid dargestellt werden wird, erschließen sich damit der Karbidindustrie neue Anwendungsgebiete.

Georg Trier, Zürich.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Unter den wissenschaftlichen Anstalten Berlins hat sich der neue Kgl. Botanische Garten zu Dahlem sehr bald in gelehrten Kreisen wie im Publikum einen weit verbreiteten Ruf erworben. Weniger allgemein bekannt ist das zugehörige Botanische Museum mit seinen reichen Sammlungen, obwohl es unter den Schwesteranstalten der Erde gleichfalls zu einem der ersten Plätze aufgestiegen ist. Die Geschichte dieses Aufstieges findet in einer Arbeit von *Ignaz Urban* **Geschichte des Königlichen Botanischen Museums zu Berlin-Dahlem (1815—1913), nebst Aufzählung seiner Sammlungen** eine Darstellung von vielseitigem Interesse.

Verf. spricht dabei mit besonderer Sachkenntnis, da er seit 1878 an den Berliner botanischen Instituten tätig, von 1889—1913 als Unterdirektor daran gewirkt hat. Mit reicher Erfahrung also verfolgt er die Ent-

wicklung der Anstalt, würdigt kritisch die Verdienste der einzelnen Persönlichkeiten und zeigt mit archivalischer Zuverlässigkeit, wie die Sammlungen die heutige Reichhaltigkeit und Durcharbeitung erreicht haben.

Dem Leser bietet sich auf diesen Blättern ein Stück deutscher Geistesgeschichte. Obgleich im Besitze des Staates, hat das Herbarium, aus dem das ganze Museum erwachsen ist, höchst wechselvolle Schicksale durchgemacht, und man kann nur darüber staunen, daß es per tot discrimina rerum schließlich noch das geworden ist, was es heute gilt. Manches Jahrzehnt hindurch war seine Verbindung mit der Universität eine recht äußerliche; zwar wirkten Professoren als seine Leiter, aber bis in die achtziger Jahre besaßen diese Direktoren zum Studium ihr privates Herbarium, so daß ihre Fühlung mit dem Museum oft eine rein verwaltungsmäßige blieb. Erst als sich dies änderte, war die Ordnung und Mehrung der Sammlungen nicht mehr abhängig von Zufällen. Seitdem erst ist die Verwertung der alten Schätze, die Ausgestaltung des Materials, die Erwerbung des Zuwachses nach wissenschaftlich bestimmten Richtungen und Zielen vor sich gegangen. Und damit sind die Leistungen des Instituts ständig gewachsen nach Umfang und Mannigfaltigkeit.

Diese Fortschritte verfolgt der Leser unter *Urban's* Führung von Stufe zu Stufe. Der Spezialist des Sammlungswesens findet dabei zahlreiche Hinweise über Einzelfragen der Technik und Methodik: über das Sammeln selbst, das Präparieren, die Montierung, die Behandlung der Originale, über Ausrüstung und Konstruktion der Sammler, über Tauschverkehr, Benutzungsregeln und vieles andere. Aber ebenso viel bietet sich dem, der allgemein Anteil nimmt am Hochschul- und Wissenschaftsbetrieb: ein ganzes Kapitel z. B. unterrichtet über die Verlegung des Gartens und Museums nach Dahlem und die Vorgeschichte dieser eingreifenden Maßnahme. Den Beziehungen des Botanischen Museums zum Kolonialwesen ist Kap. III gewidmet: es beleuchtet klar, wie eng die Anstalt mit der botanisch-wirtschaftlichen Erschließung der deutschen Schutzgebiete verknüpft ist.

Den Abschluß bildet die Aufzählung der Sammlungen, die im Museum vorhanden sind, einmal nach Sammlern, mit Ort und Jahr ihrer Tätigkeit, dann nach Ländern geordnet. Zu diesen inhaltreichen Verzeichnissen gibt es wenig Seitenstücke in der botanischen Literatur. Sie dürften freudig begrüßt werden von allen, die bei systematischen Studien sich darüber unterrichten möchten, was sie im Dahlemer Museum vorfinden. Zur rechten Verwertung seiner Sammlungen bieten sie den zuverlässigsten Führer und werden dadurch dazu beitragen, daß die Aufwendungen des Staates, das Wohlwollen der Geschenkgeber und die Arbeit seiner Gelehrten in aller Zukunft fortfahren, gute Früchte zu bringen.

L. Diels, Dahlem.

Der Allgemeinwert technischen Denkens war Gegenstand der Antrittsrede (1. Juli 1916) des Rektors der Königl. Techn. Hochschule in Berlin Dr.-Ing. M. Klopß. Technisches Denken umfaßt zunächst das zur Erkenntnis der Naturkräfte notwendige Beobachten, es ist also ein „anschauliches Denken“ im Gegensatz zum „begrifflichen“. Es ist aufgebaut auf Erfahrung und wird von dieser dauernd auf Richtigkeit geprüft. Technisches Denken erzieht daher zur Wahrheit, Gewissenhaftigkeit und zu Verantwortlichkeitsgefühl. Es verliert sich nie ins Kleinliche in der

Erkenntnis, daß der einzelne Teil eines Bauwerkes erst als Glied des Ganzen Wert erlangt.

Zum „Schauen“ gesellt sich das „Schaffen“, und dieser schöpferische Wille hat zum Ziel, Werte zu Nutz und Frommen der Allgemeinheit zu schaffen. In diesem Sinne ist er „heldischem Geiste“ entsprungen. Die planmäßige Verwertung der Naturkräfte lehrt uns die Art technischen Denkens erkennen, welche vor allem auf Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit gerichtet ist, auf Erzielung größter Wirkung mit geringstem Aufwand. Der Wirkungsgrad ist deshalb ein außerordentlich wichtiger Faktor in der Technik. Zum rechten Denken gehört dabei auch ein Abwägen widerstreitender Rücksichten.

Wenn auch zu erwarten ist, daß die durch die Worte: technisches Denken gekennzeichnete Geistesrichtung bei jedem wirklichen Ingenieur vorhanden ist, so bleibt sie doch nicht auf diese Berufsklasse beschränkt, sie hat vielmehr Allgemeinwert, was der Redner an zahlreichen Beispielen erläutert. Die gesamte Kriegführung kann man als ein technisches Problem im höheren Sinn auffassen. Gilt es doch Kräfte- und Stärkeverhältnisse beim Gegner richtig einzuschätzen, die eigenen dagegen abzuwägen und richtig auszunutzen. Jeder Teil muß dabei als Glied des Ganzen seine genau umrissene Bestimmung richtig erfüllen. Die Wirtschaftlichkeit der Kriegführung, die Erzielung größter Wirkung unter Einsatz kleinster Kräfte und geringster Verluste ist die höchste Kunst, wie sie Männern wie *Falkenhayn* und *Hindenburg* eigen ist. Diese sind daher als Meister technischen Denkens zu rühmen und genießen als solche das volle Vertrauen des deutschen Volkes. Auf dem Gebiete der Staatsverwaltung wird zu dessen Schaden dem Wesen technischen Denkens zu wenig Eingang verschafft. Als Beispiel sei die Rechnungsprüfung angeführt, welche so weit geht, mehrere hundert Mark an Arbeitszeit aufzuwenden, um Differenzen von wenigen Pfennigen aufzuklären. Das Bewußtsein peinlicher Richtigkeit ist hier zu teuer erkaufte. Bezeichnend ist es, daß die Eisenbahn, also eine ausgesprochen technische Verwaltung, allgemein auf 5 Pf. und 10 Pf. aufgerundet und in dieser Tat der Einfachheit und Zweckmäßigkeit den Vorrang einräumt, ohne daß dieses Verfahren auch nur einer der mangelnden Ordnung zeihen dürfte. Eine Reihe weiterer Beispiele legen Zeugnis ab von dem vorurteilsfreien, praktischen Blick des Redners, der in voller Anerkennung der Leistungen anderer Geistesrichtungen dennoch deren Fehler scharf erkennt und klar nachweist, daß in Deutschland zu viel „begrifflich“ und zu wenig „technisch“ gedacht wird. Es kann dabei nicht gelehrt werden, daß der Krieg schon manches in dieser Richtung gebessert hat, wenn auch noch die Fälle selten erscheinen, wo dem technischen Denken volle Gleichberechtigung zugesprochen wird. Ein Beispiel hierfür war die Ernennung zweier Ingenieure zu Bürgermeistern in Warschau.

K. Hencky, München.

Gründung der Hagen-Gesellschaft. Professor Dr. Hermann Hagen hat sich in der Entomologie durch seine Bestrebungen der Zusammenfassung der entomologischen Literatur in der *Bibliotheca entomologica* einen unsterblichen Namen geschaffen. Leider ist es ihm nur gelungen, die Literatur über das ganze Gebiet der Entomologie bis zum Jahre 1862 — etwa 5000 Autoren mit über 18 000 Arbeiten — in 2 stattlichen Bänden zu vereinen. Eine Fortsetzung des Werkes scheiterte bisher vor allem

darán, daß sich kein Verleger fand, der das Wagnis unternehmen wollte, die kostspielige Fortführung der Bibliographie in die Hand zu nehmen. Der tatkräftigen Inangriffnahme Professors Dr. *Georg von Seidlitz* (Ebenhausen bei München) ist es zu danken, daß heute, 23 Jahre nach dem Tode des Altmeisters *Hagen*, dessen Lebenswerk zu seinem Gedächtnis fortgesetzt werden kann. Soeben hat Professor *von Seidlitz* einen Aufruf an die deutsche Naturforschervelt hinausgegeben, der von der Gründung einer Hagen-Gesellschaft Kunde gibt und bei allen denen um Beitritt zu der Gesellschaft werben soll, denen ihre persönliche Neigung als tätige Entomologen die Segnungen der *Bibliotheca entomologica* aus eigener Erfahrung schon hat erkennen lassen oder denen, wenn auch selbst keine Insekten-sammler oder -kenner, doch die Sicherstellung der Geistesarbeit deutscher Naturforscher für spätere Geschlechter als ein Zeichen deutscher Kulturarbeit mitten in den Schrecknissen des Weltkrieges am Herzen liegt. Die „Hagen-Gesellschaft“, deren Mitglied jeder Deutsche durch Zahlung eines Jahresbeitrages von 8 M. oder durch die einmalige Zeichnung von zumindest 200 M. werden kann, bezweckt nicht nur die Fortsetzung der Hagenschen Bibliotheca, sondern überhaupt die Herausgabe entomologischer Handbücher in deutscher Sprache, wie z. B. der *Jahresberichte über Entomologie*, die heute den meisten Entomologen der hohen Anschaffungskosten wegen unerreichbar sind,

oder *Erichsons „Insekten Deutschlands“*, von denen bekanntlich bisher nur die *Colcopteren* in Bearbeitung sind, obwohl *Erichson* alle Insektenordnungen darstellen lassen wollte. Die Jahresbeiträge der Mitglieder werden diesen für die Lieferung der Verlagswerke der „Hagen-Gesellschaft“ zum Selbstkostenpreis gutgeschrieben, so daß jeder Entomologe durch seinen Beitritt zu der Gesellschaft gediegene entomologische Literatur um billiges Geld sich erwerben kann.

Zuerst wird natürlich nur die Fortsetzung von *Hagens Bibliotheca entomologica* in Angriff genommen werden können, dabei sind 6 Bände in Aussicht gestellt, welche die Literatur von 1862—70, von 1871—80, 1881—90, 1891—1900, 1901—1910 und endlich 1911 bis 1920 umfassen und in rascher Folge herausgegeben werden sollen. In späteren Jahren, etwa nach 1923, soll dann in jedem Dezennium 1 Band erscheinen. Von da an kann, so plant Professor *von Seidlitz*, dann auch an die Herausgabe anderer entomologischer Werke gegangen werden, deren weitere Fortführung für die deutsche Naturwissenschaft nicht minder wichtig ist, wie die der *Bibliotheca entomologica*.

Die Ziele, die sich die junge „Hagen-Gesellschaft“ gesteckt hat, sind keine geringen. Wenn es ihr gelingt, und wir hoffen, daß es ihr gelingen möge, sie in die Tat umzusetzen, dann wird ihre Arbeit zahlreichen tätigen entomologischen Forschern zum Segen reichen!

* H. W. Frickhinger, München.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. (Stiftung Heinrich Lanz.)

5. Mal. Sitzung der naturwissenschaftlich-mathematischen Klasse.

Vorsitzender: Herr *Bütschli*.

Der Vorsitzende widmet dem am 9. April verstorbenen Geh. Rat Professor Dr. *Leber*, welcher der Klasse seit der Gründung der Akademie als außerordentliches Mitglied angehört hat, einen kurzen Nachruf, in dem er die ausgezeichneten wissenschaftlichen Verdienste *Lebers* hervorhebt. Die Herren Mitglieder erheben sich zu ehrendem Andenken an den Verstorbenen.

Zur Veröffentlichung in den Sitzungsberichten werden folgende Arbeiten vorgelegt:

1. Von Herrn *Curtius* eine Arbeit des Herrn Professors *M. Trautz* (Heidelberg): *Die Theorie der Gasreaktionen und der Molarwärmen und die Abweichungen von der Additivität der inneren Atomenergie.* Die erstgenannten Theorien werden einigermaßen abgeschlossen auf der bisherigen Grundlage. Die Abweichungen von der Additivität der inneren Atomenergie erweisen sich dabei als belanglos für sie. Die Zahl der Konstanten in der Theorie der Molarwärmen wird auf die Hälfte reduziert; die Rolle der Molarwärmen im Massenwirkungsgesetz sehr einfach veranschaulicht.

2. Von Herrn *Bütschli* eine Arbeit des Herrn Professors *R. Lauterborn* (Heidelberg): *„Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes.“* 2. Teil. Der 2. Teil der Arbeit behandelt den Oberrhein von Basel bis Bingen. In ihm vollzieht sich der Übergang des raschfließenden geschiebereichen Alpenflusses in den breitfließenden Strom der Niederung. Charakteristisch für diese Stromstrecke ist die große Zahl der Altwässer, die alle Übergänge zu strömenden Seitenarmen, offenen Strombuchten, bis zu seeartigen geschlossenen Gewässern zeigen. Dazu kommen noch die Quellwasseradern der Gießen, weiter die Kolke, durch Ausstrudelungen der Hochwasser entstandene tiefe Becken, die sehr interessante Tiefentemperaturen zei-

gen, indem in ihnen, trotz den geringen Flächeninhalten, im Sommer eine deutliche Sprungschicht zur Ausbildung kommt, wie sie bisher nur aus größeren Seen bekannt war. Die verlandeten Rinnen ihrer Altwässer sind von Schlickstümpfen, Wiesenmooren und Rieden erfüllt. Von Formationen des Landes erlangen am Oberrhein besonders die Auwälder typische Entwicklung, dann die Flußwiesen, Schotterflächen entlang der Ufer, sowie die aus verwehten Rheinsanden bestehenden Flugsanddünen mit ihrer Steppenvegetation. Den Beschluß der Arbeit bildet eine biographische Charakteristik des Gebietes, in der die Herkunft und die zeitliche Entwicklung der einzelnen Formationen dargelegt wird.

3. Von Herrn *P. Lenard* eine Arbeit: *„Über Ausleuchtung und Tilgung der Phosphore durch Licht, 1. Teil und 2. Teil: Messungen der Ausleuchtung und Tilgung.“* Es werden hierin die als „Auslöschung“ der Phosphoreszenz schon seit lange bekannten Erscheinungen einer ersten, eingehenden und quantitativen Untersuchung unterworfen. Es ergibt sich dabei vor allem die Zweiteilung des Gesamtvorgangs in die beiden ganz verschieden ablaufenden, jetzt deshalb auch besonders — als Ausleuchtung und Tilgung — zu benennenden Teile, deren ersterer einem Aufleuchten des erregten Phosphors gleichkommt, wie bei Erwärmung, während der letztere Vernichtung von Lichtenergie bedeutet. Beide Vorgänge ergeben, getrennt untersucht, gesetzmäßige Zusammenhänge in Gestalt einer mathematischen Theorie sämtlicher Wirkungen des Lichtes auf phosphoreszenzfähige Körper und sie ermöglichen Schlüsse auf den Mechanismus der Phosphoreszenzvorgänge und der Lichtemission überhaupt. Die gesamte Untersuchung wird vier Teile umfassen. Von den vorliegenden zwei Teilen bringt der erste eine Übersicht des bisher in bezug auf die Erkenntnis des Mechanismus Erreichten, außerdem den Versuchsplan des Ganzen und die mathematische Theorie; der 2. Teil enthält die quantitativen Resultate über die Trennung der Ausleuchtung und Tilgung, welche die Grundlage

zur weiteren Verfolgung des Gegenstandes in den noch folgenden Teilen abgeben.

4. Eine Arbeit von Herrn O. Bütschli: „Notiz zu meiner Erklärung der Quellung.“ Im Anschluß an seine frühere Arbeit über die Vorgänge bei der Quellung und den feinen Bau quellbarer Körper wurden einige Versuche angestellt über die Verkürzung entleerter unbelasteter und belasteter, frei aufgehängter Gummiballons beim Aufblasen, sowie halbentleerter bei der Erwärmung. Die Ergebnisse scheinen dem Verfasser für die Richtigkeit seiner früher aufgestellten Erklärung der Quellung zu sprechen.

5. Von Herrn E. A. Wülfig eine Arbeit: „Ein neues Apertometer.“ Zur Bestimmung der numerischen Aperturen der Mikroskop-Objektive hat bisher vor allem das Abbesche Apertometer gedient. Als Ersatz für dieses Instrument und außerdem zur Verwendung im polarisierten Licht empfiehlt Verfasser dünne Glimmertafeln, die er nach einem besonderen übrigens sehr einfachen Verfahren herstellt. Wenn man nämlich die Spaltung des Glimmers nicht auf rein mechanischem Wege, sondern unter Zuhilfenahme der Kapillarkwirkung des Wassers vornimmt, so erhält man sehr leicht Blättchen von einer bemerkenswert genauen Planparallelität. Solche Präparate zeigen in ihren Interferenzbildern nicht nur die optischen Achsen, sondern auch die Lemniskaten in überraschend konstanter Lage und eignen sich daher vorzüglich zur Kalibrierung der Gesichtsfelder der Mikroskop-Konometrier. Beobachtungen und theoretische Überlegungen über die maximalen Fehlergrenzen dieser Präparate beweisen ihre weitgehende Nutzanwendung.

Hierauf erwählt die Klasse Herrn Professor Dr. Oscar Perron (Heidelberg) zum außerordentlichen Mitglied.

Es folgen geschäftliche Mitteilungen, sowie Bewilligungen von Unterstützungen wissenschaftlicher Arbeiten im Betrage von 3450 Mark.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

5. Mai. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr A. Sommerfeld legt vor eine kurze Abhandlung von Dr. Kottel: *Gesetzmäßigkeiten im Brechungsvermögen*. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

2. In Vertretung des durch Erkrankung verhinderten Mitglieds Prof. A. Rothpletz legt Herr R. v. Hertwig für die Sitzungsberichte eine Arbeit des Konservators der geologischen Staats-Sammlung Prof. Schlosser vor. Diese gibt eine kritische Übersicht über die geologische Verbreitung der Fische.

3. Herr A. Pringsheim legt vor zwei Abhandlungen: a) A. Voss (München): *Über die Kongruenz-Eigenschaften von aus den natürlichen Zahlen gebildeten Potenzsummen*. b) Oskar Perron (Heidelberg): *Über die näherungsweise Berechnung von Funktionen großer Zahlen*. Eine von Laplace herrührende Methode zur näherungsweise Berechnung gewisser Integrale für unbegrenzt wachsende Werte eines Exponenten ist neuerdings von Burkhardt (Jahrgang 1914 der Sitzungsberichte) verbessert worden. Aber auch in dieser Darstellung trägt die Methode mehr nur den Charakter eines heuristischen Prinzips, dem es an einer strengen Begründung und einem ausreichenden Kriterium für den Grad der erreichten Annäherung mangelt. Dem Verfasser der vorliegenden Arbeit ist es gelungen, diese Lücke auszufüllen, indem er zur Berechnung der fraglichen Integrale eine asymptotische Reihe mit vollständig gesetzmäßig gebildeten Koeffizienten herleitet. In einer Reihe von Beispielen zeigt er die Überlegenheit seiner Methode gegenüber den bisherigen Ergebnissen. (Beide Abhandlungen erscheinen in den Sitzungsberichten.)

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

10. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

Hr. Planck legte eine Mitteilung vor: „Über ein Satz der statistischen Dynamik und seine Erweiterung in der Quantentheorie.“ Für die von A. Fokker vor einigen Jahren mitgeteilte Verallgemeinerung eines von A. Einstein aufgestellten Satzes der statistischen Dynamik wird ein Beweis abgeleitet und der Satz alsdann so erweitert, daß er auch im Rahmen der Quantentheorie Bedeutung besitzt.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

10. Mai. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. R. Wegscheider legt nachfolgende Arbeit von Robert Kremann und Hermann Breymesser aus dem chemischen Institut der Universität Graz vor, die mit Hilfe einer Subvention aus dem Scholz-Legat der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien durchgeführt wurde: „Zur elektrolytischen Abscheidung von Legierungen und deren metallographische und mechanische Untersuchung. VIII. Mitteilung. Über die bei gewöhnlicher Temperatur unter höheren Wasserstoffdrücken erhaltenen kathodischen Abscheidungen von Eisen und Eisen-Nickel-Legierungen.“ Unter einem Wasserstoffdruck von 20 Atmosphären hergestelltes Elektrolyteisen zeigt einen geringeren Wasserstoffgehalt, ist weicher und fester als das *et. par.* unter Atmosphärendruck hergestellte und zeichnet sich durch grobkristallinisches Gefüge aus. Hingegen unterscheiden sich die unter höheren H_2 -Drucken abgeschiedenen Eisen-Nickel-Legierungen kaum wesentlich von den unter gewöhnlichen Bedingungen abgeschiedenen.

„Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung. Nr. 98. Die Absorption der γ -Strahlen von Radium“ (2. Teil), von K. W. Fritz Kohlrausch. Die in der ersten Mitteilung gezogenen Schlüsse über die Inhomogenität der γ -Strahlen von Ra und über den Einfluß der harten Sekundärstrahlung auf Absorptionsmessungen werden durch Beobachtungen an neuen Materialien quantitativ bestätigt.

„Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung. Nr. 99. Über die harte Sekundärstrahlung der γ -Strahlen von Radium“, von K. W. Fritz Kohlrausch. Die unter vereinfachenden Annahmen entwickelte Theorie steht in guter Übereinstimmung mit Beobachtungen an Pb, Sn, Zn, Cu, Ni, Fe. Es ergab sich: Die Härte der Sekundärstrahlung ergibt sich als (nahe) gleich der primären; die erregenden Primärstrahlen sind die härtesten der von Ra stammenden γ -Typen ($\mu_{Pb} = 0,545 \text{ cm}^{-1}$). Die in der Masseneinheit erzeugte Sekundärstrahlung wächst mit abnehmendem Atomgewicht.

Prof. Dr. Wolfgang Pauli legt eine Mitteilung vor mit dem Titel: „Die physikalisch-chemische Analyse des Eisenoxydsols, ein Beitrag zur allgemeinen Kolloidchemie“. (Versuche gemeinsam mit J. Matula und R. Meller.) Direkte potentiometrische Bestimmungen der Ionen im Sol führen zur Kenntnis seiner Dissoziationsverhältnisse. Elektrolytzusatz veranlaßt Ionisationszurückdrängung und bei Überschreiten des Löslichkeitsproduktes der Solionen Fällung. Die Annahme einer Ionenbindung durch Adsorption ist überflüssig. Dialyse oder Ultrafiltration bewirkt hydrolytische Zerlegung des Sols, nicht aber Abtrennung einer primären „intermicellaren“ Flüssigkeit. Es liegt im Sol ein typischer mittelstarker Elektrolyt vor, für eine Micellarrhypothese fehlen alle tatsächlichen Grundlagen.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 25.

22. Juni 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Herstellung reiner Metalle. Von *Geheimrat Prof. Dr. F. Mylius, Berlin-Charlottenburg.* S. 409.

C. Lindes Lebenswerk. Von *Prof. Dr. Max Jakob, Berlin-Charlottenburg.* S. 417.

Besprechungen:

Foerster, Karl, Vom Blütengarten der Zukunft. Von *E. Küster, Bonn.* S. 423.

Stoklasa, J., Das Brot der Zukunft. Von *E. Küster, Bonn.* S. 423.

Pilger, R., Die Meeresalgen. Von *E. G. Pringsheim, Halle.* S. 424.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein):

Niederschlag, Abfluß und Wasseraufnahme des Bodens. Vorführung einiger neuer Instrumente zur Wind- und Höhenmessung. Ueber die Ausbreitung des Schalles in der Atmosphäre. S. 424.

Deutsche ornithologische Gesellschaft. S. 425.

Botanische Mitteilungen:

Ueber den anatomischen Bau der Wurzelhaube einiger Glumifloren. Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und Erblichkeit bei *Phycomyces nitens*. Zur Frage der Bestäubung von Blüten durch Schnecken. S. 426—428.

Berichtigung. S. 428.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Kryptogamenflora für Anfänger

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse für Studierende u. Liebhaber

Herausgegeben von

Prof. Dr. Gustav Lindau

Privatdozent der Botanik an der Universität zu Berlin, Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem.

Soeben erschienen:

Vierter Band, Teil III:

Die Meeresalgen

Von

Prof. Dr. Robert Pilger

Dritte Abteilung: Mit 183 Figuren. — Preis M. 5.50

(Siehe Besprechung in dieser Nummer.)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung

10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Soeben ist erschienen und durch mich zu beziehen

Merck's Reagenzien-Verzeichnis

enthaltend die gebräuchlichen Reagenzien und Reaktionen
geordnet nach Autorennamen

Zum Gebrauch für chemische, pharmazeutische, physiologische und bakteriologische Laboratorien sowie für klinisch-diagnostische Zwecke

Vierte Auflage

Abgeschlossen im Juli 1916

In Leinwand gebunden Preis M. 8.—

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Gesucht Handwörterbuch

der Naturwissenschaften, gebunden

Mathematisches Seminar der
Universität Bonn.

(124)

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Theorie und Konstruktion der Kolben- und Turbo-Kompressoren. Von
Dipl.-Ing. P. Ostertag, Professor am Kantonalen Technikum Winterthur. Mit 266 Textfiguren.
In Leinwand geb. Preis M. 11,—

Berechnung der Kältemaschinen auf Grund der Entropie-Diagramme. Von Dipl.-Ing. Prof.
P. Ostertag, Winterthur. Mit 30 Textfiguren und 4 Tafeln. Preis M. 4,—

Thermodynamische Grundlagen der Kolben- und Turbokompressoren.
Graphische Darstellungen für die Berechnung und Untersuchung von Adolf Hinz, Oberingenieur der Frankfurter Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, vormals Pokorny & Wittekind in Frankfurt a. M. Mit 12 Zahlentafeln, 54 Figuren und 38 graphischen Berechnungstafeln.
In Leinwand gebunden Preis M. 12,—

Technische Thermodynamik. Von Prof. Dipl.-Ing. W. Schüle.

Erster Band: Die für den Maschinenbau wichtigsten Lehren nebst technischen Anwendungen. Dritte, erweiterte Auflage. Mit 244 Textfiguren und 7 Tafeln.

In Leinwand gebunden Preis M. 15,—

Zweiter Band: Höhere Thermodynamik mit Einschluß der chemischen Zustandsänderungen, nebst ausgewählten Abschnitten aus dem Gesamtgebiet der technischen Anwendungen. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 155 Textfiguren und 3 Tafeln.

In Leinwand gebunden Preis M. 10,—

Verdampfen, Kondensieren und Kühlen. Erklärungen, Formeln und Tabellen für den praktischen Gebrauch. Von Kgl. Baurat E. Hausbrand. Sechste, vermehrte Auflage — In Vorbereitung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

22. Juni 1917.

Heft 25.

Über die Herstellung reiner Metalle.

Von Geheimrat Prof. Dr. F. Mylius, Berlin-Charlottenburg.

Die Unterscheidung und Beschreibung der chemischen Elemente bildet die wichtigste Grundlage für unsere weit verzweigte Technik. Ihr Fortschritt geht sichtbar Hand in Hand mit der Entwicklung der Naturforschung, welche noch in unseren Tagen mit der Auffindung neuer Grundstoffe beschäftigt ist. Im Altertum kannte man neben Kohle und Schwefel bereits die 7 wichtigen Metalle Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Zinn, Blei und Eisen. *Lavoisier* unterschied 23, *Berzelius* über 50 Elemente.

Die internationale Atomgewichtstabelle 1916/17 umfaßt 83 Elemente, von welchen etwa 20 zu den Nichtmetallen zu zählen sind; die übrigen, also etwa drei Viertel aller Elemente, haben metallische Eigenschaften. Aber nicht alle Grundstoffe sind als solche einer allgemeinen Benutzung zugänglich¹⁾.

Viele sind mehr in ihren *Verbindungen* von praktischer Bedeutung, und manche sind auf der Erde so spärlich vorhanden, daß sie zur technischen Anwendung noch nicht in Betracht gezogen werden konnten.

Die verschiedenen Eigenschaften der chemischen Elemente hängen größtenteils von ihren allotropischen Zuständen ab, welche bekanntlich mannigfach wechseln können. Diese sind in neuerer Zeit häufig der Gegenstand eingehender Versuche gewesen, ohne daß eine allseitige Aufklärung in dieser grundlegenden Frage bis jetzt erräicht worden ist. Für die künftigen Untersuchungen bildet ein einwandfreies Ausgangsmaterial die nötige Vorbedingung. Schon wegen dieses *wissenschaftlichen* Zweckes ist die möglichst vollständige *Reinigung* der Grundstoffe von der größten Wichtigkeit. Ihre Bedeutung wird aber noch wesentlich erhöht vom Standpunkt der *Anwendung* in der messenden Physik und Chemie sowie in allen Zweigen der Technik. Hier bilden die *Metalle* eine geschlossene Gruppe, und im be-

sonderen die *Schwermetalle*, welche wir von alters her kennen. Ihr massenhafter Gebrauch seit vielen Jahrhunderten läßt den Wunsch nach einer immer gründlicheren Kenntnis ihrer Eigenschaften natürlich erscheinen. Die junge Wissenschaft der *Metallographie* hat diesem Bedürfnis schon mit wachsendem Erfolge Rechnung getragen, indem sie die große Bedeutung der „Struktur“ der Metalle für ihre Eigenschaften richtig erkannte.

Es sind aber zunächst weniger die reinen Elemente als deren metallische *Legierungen*, welche bisher in ihren Strukturverhältnissen eine weitgehende Aufklärung gefunden haben; die genaue Kenntnis der *elementaren* Metalle blieb noch zurück wegen der Schwierigkeit ihrer Beschaffung in reinem Zustande.

Eine kurze Übersicht über den jetzigen Stand der Frage nach der Herstellung reiner Metalle bildet den Inhalt dieser Mitteilung. Man mußte sich hier auf die wichtigsten Schwermetalle beschränken, weil bei diesen die Bedingungen der Reingewinnung am erfolgreichsten studiert worden sind. Aber selbst unter diesen gibt es einige, die allen Versuchen zu rationeller Reinigung bisher hartnäckig widerstanden haben, und deren Eigenschaften demnach nur erst mangelhaft bekannt sind; ganz besonders gehören dahin die hochschmelzenden Metalle, welche man ohne erneute Verunreinigung kaum zusammenschmelzen kann. Im Laufe der Zeit wird man die vorhandenen Schwierigkeiten auch hier überwinden.

Reinigungsstufen.

Der Begriff „rein“ verträgt sinngemäß keine Steigerung, und die Bezeichnung sorgfältig gereinigter Präparate als „purissimum“ ist zu beanstanden; nur zu häufig findet man auch in diesen Objekten erhebliche Verunreinigungen.

Dagegen lassen sich die Präparate verschiedener Herstellung nach dem Grade ihrer „*Unreinheit*“ miteinander vergleichen, indem man diese zahlenmäßig zum Ausdruck bringt. Die Vielseitigkeit der Verunreinigungen steht dem aber oft hindernd entgegen. Diese Schwierigkeit fällt fort, indem man die Summe aller Fremdstoffe als „Massenverunreinigung“ gewichtsprozentisch verzeichnet und das Verhältnis zur Gesamtmasse nach Zehnerpotenzen ordnet. Man erhält dann die folgenden „*Reinigungsstufen*“, welche zur Beurteilung beliebiger *anorganischer* wie *organischer* Präparate Anwendung finden können und sich dem Gedächtnis leicht einprägen:

¹⁾ In einer uns vorliegenden handlichen Schausammlung von C. A. F. Kahlbaum (Adlershof bei Berlin) sind die wichtigsten 55 Elemente in ihren charakteristischen Zuständen, zum Teil in mehreren allotropischen Modifikationen, vertreten. 41 davon sind als Metalle (im physikalischen Sinne) zu bezeichnen. 28 Elemente konnten dagegen wegen ihrer Seltenheit und Kostbarkeit in die Sammlung nicht aufgenommen werden; dahin gehören auch die radioaktiven Stoffe, über deren elementare Natur noch immer gestritten wird.

Reinigungsstufen	Massenbetrag der Fremdstoffe			Verhältnis der maximalen Verunreinigungen zum Metall
	1	bis 10	‰	
Erste Stufe	1	bis 10	‰	1 : 10
Zweite "	0,1	" 1	"	1 : 10 ²
Dritte "	0,01	" 0,1	"	1 : 10 ³
Vierte "	0,001	" 0,01	"	1 : 10 ⁴
Fünfte "	0,0001	" 0,001	"	1 : 10 ⁵
Sechste "	0,00001	" 0,0001	"	1 : 10 ⁶

und so fort.

Als Beispiel einer Substanz, welche sich in den verschiedensten Reinigungsstufen in der Natur findet, möge das *Wasser* genannt sein. Es erscheint in der ersten Stufe als Salzwasser im Ozean, in der zweiten als Ostsee-, in der dritten als Quell- oder Brunnenwasser, während das Regenwasser zur vierten Reinigungsstufe gehört. Durch Destillation läßt es sich noch weiter reinigen, und nach Beseitigung der gelösten Gase erhält man „Leitfähigkeitswasser“, für welches wohl die sechste Stufe erreicht worden ist.

Indem man reinem Wasser einheitliche Fremdstoffe hinzufügt, läßt sich feststellen, daß die Eigenschaften um so auffälliger verändert werden, je mehr die chemische Natur des Fremdstoffs von derjenigen des Wassers abweicht. So wird (in der vierten Reinigungsstufe) z. B. durch einen Zusatz von 0,01 % Wasserstoffsuperoxyd, Alkohol, Ammoniak oder dergleichen einfachere Stoffe kaum eine merkliche Veränderung hervorgerufen. Dagegen wirkt die gleiche Menge Farbstoffe, Riechstoffe, Bitterstoffe, Gifte oder Bakterien in derselben Verdünnung stark auf unsere Empfindungen ein; ebenso bringt die Anwesenheit kolloider Metalle die auffälligsten Veränderungen hervor. Ähnlich den eigentlichen Farbstoffen, welche (wie etwa das Jodeosin) das Wasser noch in der siebenten Verdünnungsstufe deutlich zu färben vermögen, wirkt z. B. das frisch reduzierte kolloide *Gold*; dasselbe erteilt dem Wasser noch in einer Verdünnung 1 : 1 Million (VI. Stufe) eine deutlich rot- oder blauviolette Färbung.

Bei hundertmal größerer Konzentration (1 Zentigramm Gold in 100 g) erscheint andererseits das frisch gefällte Gold als braune undurchsichtige Suspension mikroskopischer Kristalle. (Hier liegt in bezug auf das Wasser dieselbe Reinigungsstufe [IV] vor wie im durchsichtigen Regenwasser, welches ausschließlich lösliche und farblose Fremdstoffe enthält.)

In der Metallographie wird weniger auf die Massen als auf die *Raumgrößen* Rücksicht genommen. Vergleicht man mit dem unreinen Wasser die unreinen *Metalle* gleicher Reinigungsstufe nach räumlichen Verhältnissen, so ergibt sich bei diesen die Konzentration der Fremdstoffe in der Volumeneinheit (gemäß den höheren spezifischen Gewichten) erheblich höher als bei jenen. Der IV. Reinigungsstufe würde z. B. entsprechen:

in 100 cm ³ Wasser	:	0,01 g	Fremdstoffe
" " "	Aluminium	0,05	" "
" " "	Silber	0,095	" "
" " "	Quecksilber	0,136	" "
" " "	Platin	0,21	" "

Auch bei den Eigenschaften der Metalle spielt die *Natur* der Fremdstoffe eine große Rolle, insofern *ähnliche* Stoffe meist geringe, *unähnliche* (nichtmetallische) Fremdstoffe aber bedeutende Veränderungen hervorrufen. Diese werden bei den Metallen aber gewöhnlich nicht direkt durch unsere Sinne (dann meist mikroskopisch), sondern meist erst durch Vermittlung physikalischer Versuche erkennbar.

Auffälliger noch als die physikalischen Konstanten werden häufig die *chemischen* Eigenschaften der Metalle durch kleine Massen von Fremdstoffen geändert, selbst wenn diese nur an der Oberfläche haften. Hierher gehört die *Beschleunigung* der Reaktionsgeschwindigkeit auf elektromotorischem Wege (z. B. die Auflösung von Zink unter dem Einfluß von Eisen oder Platin), die katalytische Kontaktwirkung einiger Metalle (z. B. Nickel oder Palladium) bei der Reduktion durch Wasserstoff, das Rosten des Eisens sowie die Aktivierung des Rhodiums durch Spuren von Schwefel, die Rolle des Platins, des Kupfers, des Osmiums als Sauerstoffüberträger usw.

Eine *Verzögerung* der Reaktion wird andererseits durch Sauerstoff bei leicht oxydierbaren Metallen bemerkt, welche sich an der Oberfläche mit einer dünnen Schutzschicht von Oxyd bedecken. Kurz, unser Thema steht in der engsten Beziehung zu den großen Gebieten der Polarisierung und der Katalyse, welche hier aber nicht weiter berührt werden sollen.

Hilfsmittel zur Reinigung der Metalle.

Elektrolyse.

Während bei der Erzeugung der unreinen Handelsmetalle vorzugsweise „metallurgische Prozesse“ benutzt werden, sind diese für eine möglichst vollständige Reinigung meist nicht genügend. Immerhin führen Schmelzoperationen, Röstprozesse, Destillation, Kristallisation usw. in einzelnen Fällen (z. B. bei Quecksilber und Zink) zu weitgehender Beseitigung der Fremdstoffe; bei den meisten Metallen ist man aber auf die Anwendung des „nassen Weges“ angewiesen. Hier wird häufig die *Elektrolyse* als das wertvollste Hilfsmittel bei der Reinigung betrachtet. Ihre Wirksamkeit in dieser Richtung darf man aber nicht überschätzen. Es verdient festgestellt zu werden, daß man mit Hilfe der Elektrolyse allein (ohne Mitwirkung chemischer Trennungen) nicht imstande ist, aus mannigfach verunreinigten festen Metallen oder deren Lösungen das Hauptelement im Zustande der Reinheit zu isolieren, weder bei Benutzung löslicher noch unlöslicher Anoden. (Am leichtesten sind die Fehlerquellen vielleicht bei der Elektrolyse des Quecksilbers zu vermeiden.)

Die elektrolytischen Metalle aus der Technik sind demnach stets verunreinigt, und die fremden Elemente lassen sich durch chemische Analyse leicht nachweisen und bestimmen. Dies würde nicht möglich sein, wenn nicht der *chemische Weg* als Trennungsmittel sicherer wäre als der elektrolytische, welcher meist nur die Erreichung begrenzter Reinigungsstufen erlaubt. Als statistisches Material in dieser Frage haben wir z. B. die folgenden Präparate kennen gelernt:

Elektrolytisches Metall	enthält
Gold	Platin, Silber, Kupfer
Silber	Gold, Kupfer
Kupfer	Blei, Nickel, Eisen
Wismut	Platin, Silber, Kupfer, Zinn, Zink
Zinn	Kupfer, Blei, Eisen
Zink	Blei, Cadmium, Eisen
Eisen	Nickel, Kohlenstoff, Wasserstoff
Nickel	Platin, Kobalt, Kupfer, Eisen, Zink

Besonders bemerkenswert ist es, daß sowohl die Platin-Anoden als -Kathoden häufig verunreinigt auf die elektrolytischen Metalle einwirken.

Hampe mußte bei dem analytischen Gange zur Untersuchung des Handelskupfers die anfangs gewählte elektrolytische Beseitigung des Hauptelementes durch eine rein chemische Trennung ersetzen, da er fand, daß bei der elektrolytischen Fällung des Kupfers Antimon und Arsen mit niedergeschlagen werden; das häufig an der Kathode unerwartet mit gefällte Eisen wirkt bei manchen Metallen sehr störend.

Daß die elektrolytisch gefällten Metalle häufig auch nichtmetallische Fremdstoffe mit einschließen wie Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff usw., ist allgemein bekannt; als klassisches Beispiel dafür kann das *explosive Antimon* gelten, dessen Unbeständigkeit auf einem Gehalt an Chlor beruht.

Die Aufzählung dieser verschiedenen Fehlerquellen schließt nicht aus, daß die Elektrolyse mit Recht als ein unentbehrliches Hilfsmittel bei der Trennung der Metalle geschätzt wird, welches in vielen Spezialfällen auch eine weitgehende Reinigung der Metallniederschläge ergibt; besonders ist dies der Fall, wenn die elektrolytische Übertragung von Anode zu Kathode vorsichtig wiederholt wird.

Chemische Reinigung.

Analytische und präparative Trennungen.

Die Beobachtung der physikalischen oder chemischen Eigenschaften der Metalle gibt manchmal Andeutungen für die Gegenwart von Fremdstoffen. Der *direkte Nachweis* derselben geschieht jedoch immer nur durch die *chemische Analyse*, welche mit zunehmender Reinigungsstufe schwieriger wird. Schon die quantitative Bestimmung einzelner Fremdstoffe in der Größenordnung von 0,01 % ist nicht immer

leicht; die Feststellung der vierten Stufe mit einer Gesamtverunreinigung von 0,001 bis 0,01 Prozent erfordert die größte Sorgfalt, besonders, wenn auch einige nichtmetallische Stoffe daran beteiligt sind. Die höheren Reinigungsstufen können meist nur auf Grund qualitativer Reaktionen durch Schätzung erkannt werden, wobei subjektive Fehler kaum zu vermeiden sind. Und zwar gehen dieselben normalerweise dahin, die Massenverunreinigung zu *niedrig* einzuschätzen.

Demgemäß ist, dieser unvollkommenen Kontrolle entsprechend, auch die *präparative* Reinigung der Metalle weit schwieriger als diejenige des Wassers, an welches man höhere Ansprüche stellt.

Die gewöhnliche Art der Metallanalyse, bei welcher die Fremdstoffe aus der Lösung *direkt* durch Reagentien ausgefällt werden, ist nur bei größerer Verunreinigung anwendbar; bei *sehr geringer* Verunreinigung würden die Niederschläge infolge ihrer nie fehlenden „Löslichkeit“ ausbleiben. Hier kommt es, im Gegensatz zur Fällung, zunächst auf eine *Extraktion*, und dann weiter auf die Konzentrierung der Fremdstoffe an. Dieser Zweck läßt sich bisweilen durch *Ausschütteln* der wässrigen Lösungen mit Äther, Amylalkohol oder anderen schwer löslichen Flüssigkeiten erreichen (z. B. für Gold, Eisen oder Kobalt); manchmal ist auch die Trennung der Fremdstoffe durch Destillation anwendbar (z. B. Arsen). In den meisten Fällen aber muß aus den Lösungen eines fast reinen Metalls zunächst das Hauptelement in der Form eines reinen kristallisierten Salzes primär zur Abscheidung gebracht werden, so daß alle Fremdstoffe in die Mutterlauge übergehen. Aus dieser lassen sich nach der Konzentrierung noch weitere Fraktionen des Hauptmetalls gewinnen. *Sekundär* kann man dann aus der auf ein kleines Volumen gebrachten „letzten Mutterlauge“ die stark angereicherten Fremdstoffe durch Fällungsmethoden oder auf kolorimetrischem Wege usw. bestimmen.

Die kristallisierte Salzform des Hauptelementes, welche bei dieser Art der Analyse anwendbar ist, muß unter vielen möglichen Verbindungen in der sorgfältigsten Weise ausgewählt werden, da sie die Eigenschaft haben soll, sich frei von jeder Verunreinigung auszuschcheiden¹⁾. Derartige Vorzugsverbindungen können bei gutem Kristallisationsvermögen sehr verschiedener Art, und dabei leicht oder schwer löslich sein; besonders günstig ist es, wenn das „Waschmittel“ wenig davon auflöst. Die bei dieser analytischen Trennung bewährten Metallverbindungen sind dann gewöhnlich auch diejenigen Kristallgattungen, welche sich als Hilfsmittel für die *präparative* Reinigung des Hauptmetalls am

¹⁾ Nach den Erfahrungen von *Th. Richards* ist dies nicht in aller Strenge durchführbar, da alle aus einer Lösung ausgeschiedenen Kristalle Mutterlauge usw. einschließen; zur weiteren Reinigung darf also das „Umkristallisieren“ nicht unterlassen werden.

besten eignen¹⁾. In der nachstehenden Tabelle sind solche bewährten Salze zusammengestellt; zahlreich sind hier die Nitate vertreten, welche besonders günstige Objekte für die weitere Verarbeitung darstellen.

Platin	$\text{Na}_2\text{PtCl}_6 + 6 \text{H}_2\text{O}$
Silber	AgCl
Kupfer	$\text{Cu}(\text{CNS})_2 - \text{Cu}_2\text{J}_2$
Wismut	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 5 \text{H}_2\text{O}$
Antimon	$\text{SbCl}_3 - \text{HSbCl}_6 + \text{aq.}$
Zinn	$(\text{NH}_4)_2\text{SnCl}_6$
Blei	PbSO_4
Cadmium	$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$
Zink	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
Nickel	$\text{NiCl}_2 + 6 \text{NH}_3 - \text{NiBr}_2$
Eisen	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$

Diese Beispiele können bei den übrigen Metallen beliebig fortgesetzt werden.

Bei der Reinigung von Quecksilber und Gold bedarf es solcher definierten Zwischenprodukte gewöhnlich nicht, weil die Metalle selbst oder deren Lösungen die Extraktion der Fremdstoffe erlauben.

Überführung der Metalle in den kompakten Zustand.

Die Vorgänge, durch welche die gereinigten Salze in die metallischen Elemente übergeführt werden, richten sich ganz nach ihrem chemischen Charakter. Als Zwischenprodukte können häufig Oxyde benutzt werden, welche sich am leichtesten aus Nitraten gewinnen lassen. Die am meisten benutzten *Reduktionsmittel* sind schweflige Säure (Gold), Hydrazin, Milchsücker (Platin, Silber), Cyankalium (Wismut, Antimon), Kohle usw. (Blei, Zink) und vor allem Wasserstoff bei höherer Temperatur, (Edelmetalle, Kupfer, Nickel, Eisen usw.).

Die meisten der Schwermetalle erhält man bei den Reduktionsprozessen sogleich im geschmolzenen Zustande und kann sie in Formen gießen; geschieht dies bei Zutritt von Luft, so sind die Reguli niemals ganz frei von Sauerstoff; man kann die Oxydhäute vermeiden, indem man die Metalle nahe dem Schmelzpunkt in evakuierte Glasröhren aufsaugt.

Um die regulinischen Metallmassen in *chemische Individuen* überzuführen, lassen sich die Elemente aus dem Schmelzfluß kristallisieren; dies ist z. B. bei Wismut, Antimon, Zinn, Blei, Cadmium, Zink leicht durchführbar, wenn sie in größeren Massen vorliegen.

Dieser Weg, die Reinigung der Metalle durch einen Kristallisationsprozeß zu vollenden, ist insofern als rationell zu bezeichnen, als die meisten etwa noch in kleiner Menge vorhandenen Fremd-

stoffe eine Erniedrigung der Schmelztemperatur hervorrufen. Die aus dem Schmelzfluß bei der Abkühlung sich abscheidenden Kristalle des Hauptmetalls werden also reiner sein als die „Mutterlauge“, welche bei etwas niedrigerer Temperatur erstarrt (von dieser Regel gibt es freilich auch einige Ausnahmen). Der Sauerstoff ist bei dieser Kristallisation nach Möglichkeit fernzuhalten. Dies kann bei den leicht schmelzenden Metallen z. B. durch eine Schicht Paraffin geschehen; in anderen Fällen kann man das fraktionierte Erstarren in einer Wasserstoffatmosphäre vor sich gehen lassen.

Hochschmelzende Metalle, wie Eisen und Nickel, erhält man bei der Reduktion durch Wasserstoff zunächst als schwere Pulver, welche sich bis zu einem gewissen Grade unter Druck zusammenschweißen lassen. Das Schmelzen zu einem einwandfreien Regulus macht hier Schwierigkeiten, welche noch nicht ganz beherrscht werden; auch hier wird als Ziel einer endgültigen Reinigung die Erzeugung größerer Kristalle des reinen Metalls zu erstreben sein.

Grenzen der Reinigung.

Theoretisch sollte man durch rationelle Anwendung der empfohlenen Hilfsmittel zu einheitlichen Metallen von unbegrenzt hoher Reinigungsstufe gelangen, d. h. zu den reinen Elementen. Es ist indessen nicht wahrscheinlich, daß es der Praxis möglich ist, die chemischen Elemente oder irgend einen anderen Stoff in *absoluter Reinheit* zu isolieren. Schon das schließliche Versagen der analytischen Kontrolle bei minimalen Verunreinigungen macht dies zweifelhaft; mehr aber noch die unerwartete Auffindung von Fremdstoffen in sorgfältig gereinigten Produkten. Gramont hat kürzlich die Verunreinigungen zusammengestellt, welche er auf dem empfindlichen Wege des *Funkenspektrums* in sorgfältig gereinigten Metallen spurenweise nachgewiesen hat, und welche sich nach seiner Angabe kaum beseitigen lassen. Das Silber ergab die Fremdstoffe: Ca, Cu, Au, Mg, Fe, Hg, Pb, Bi. Im gereinigten Eisen fand er: Mg, Mn, C, Ca, Cu, Sr, Si, Cr, Ti. Man darf sicher annehmen, daß daneben noch andere Elemente in minimalen Spuren vorhanden waren, zu deren Nachweis der spektroskopische Weg nicht genügte. Von diesen zahlreichen Fremdstoffen lassen sich manche leichter entfernen als andere, die im gereinigten Metall spurenweise zurückbleiben können.

Eine wesentliche Fehlerquelle bilden hier auch die angewandten Reagentien und das Wasser, welche niemals von Fremdstoffen frei sind und solche auch fortgesetzt aus den Gefäßen aufnehmen und an die Metallsalze übertragen. Endlich ist daran zu erinnern, daß die Metalle selbst meist auch der atmosphärischen Luft (oder anderen Gasen) mit ihren zahlreichen Bestandteilen ausgesetzt werden, von welchen sie einen Teil aufnehmen können. Als häufigste Verunrei-

¹⁾ Diese Art der Reinigung kommt auch allgemein bei den vorbereitenden Arbeiten zu den Atomgewichtsbestimmungen der Elemente in Anwendung, denen man eine große Fülle wertvoller Erfahrungen zu verdanken hat; man geht hier aber selten auf den metallischen Zustand der Elemente aus.

nigung sei hier besonders der *Sauerstoff* erwähnt, für welchen fast alle Metalle ein gewisses Lösungsvermögen besitzen. Bei der Beurteilung der Reinheit von Metallen wird der Sauerstoff oft absichtlich nicht in Betracht gezogen.

Obwohl demnach auf die Herstellung *absolut reiner Metalle* von vornherein ehrlich verzichtet werden muß, liegt doch unseres Erachtens kein Hindernis vor, sich diesem Idealzustand bei gesteigerter Sorgfalt zu nähern und die Objekte nahezu „spektralrein“ herzustellen. Für die meisten Zwecke wird es zulässig sein, äußerst kleine Verunreinigungen zu vernachlässigen.

Anwendung der Grundmetalle höherer Reinigungsstufen.

Bei der gröberen Beanspruchung in den *Gewerben* kommt die Benutzung reiner metallischer Elemente kaum in Frage. Hier genügen einerseits die Handelsmetalle erster oder zweiter Reinigungsstufe, während andererseits unbegrenzte Reihen ihrer Legierungen gebraucht werden. Dagegen bleibt die Benutzung der reinen Grundmetalle spezifischen Zwecken vorbehalten, welche sich entweder auf das wissenschaftliche Studium der Elemente beziehen oder solche als einheitliche Grundlagen zu genauen Wertbestimmungen nötig haben. Die Fälle dieses Gebrauchs werden von Jahr zu Jahr häufiger.

Im Folgenden mögen einige Metalle als Beispiele für die wissenschaftliche Anwendung kurz besprochen werden.

Quecksilber.

Das Quecksilber ist durch seinen flüssigen Aggregatzustand, seine Destillierbarkeit und seine Indifferenz gegen den Sauerstoffgehalt der Luft dem Wasser vergleichbar; von diesem unterscheidet es sich aber dadurch, daß sein Lösungsvermögen fast ganz auf die Gruppe der *Metalle* beschränkt ist. Diese Eigenschaften erlauben eine so weitgehende Reinigung des Elementes mit den einfachen Hilfsmitteln der fraktionierten Oxydation, der Filtration und der Destillation, daß es dazu kaum noch anderer Methoden bedarf.

Für Quecksilber mit haltbarer blanker Oberfläche, in welchem nach der gebräuchlichen Prüfungsart keine Verunreinigung nachweisbar ist, kann wenigstens die fünfte Reinigungsstufe angenommen werden. Bei dieser chemischen Einheitlichkeit und der physikalischen Homogenität, welche eine sehr genaue Bestimmung seiner Konstanten erlaubt, ist dem Quecksilber unter allen Metallen eine Vorzugsstellung einzuräumen. Als flüssiges Edelmetall bildet es eine unentbehrliche und einwandfreie Grundsubstanz für die Messung von Druck und Volumen, für die Wärmeausdehnung in der Thermometrie, für die Herstellung der Barometer und Manometer, für die Verkörperung des elektrischen Widerstandes (Ohm), für den Gebrauch im Elektrometer und für viele andere wichtige Zwecke der messenden Physik.

Gold.

Das Gold ist von altersher als der Urtypus der Edelmetalle bekannt, welche durch Luft und Wasser nicht verändert werden. Es besitzt eine hohe volkswirtschaftliche Bedeutung als Grundlage für den Wert unserer Münzen.

Die deutschen Kronen und Doppelkronen enthalten 90 % Gold; den Rest denkt man sich als Kupfer; tatsächlich sind darin aber noch manche anderen Metalle als Verunreinigungen enthalten, auf welche es bei der Wertbestimmung nicht ankommt; die nachstehende Analyse gibt davon eine Anschauung.

Gold	90,0	%
Kupfer	9,57	„
Silber	0,37	„
Blei	0,009	„
Eisen	0,013	„
Nickel	Spur	
Arsen	Spur	
Platin	0,023	„
Palladium	0,01	„
Iridium	Spur	
	100,0	

Durch die Legierung mit den metallischen Fremdstoffen ist das Gold zwar härter geworden, aber es hat seine Prägefähigkeit nicht eingebüßt. Anders wirken viel kleinere Verunreinigungen durch gewisse Metalle oder Halbmetalle, welche die Münzstätten sorgfältig vermeiden; ein Gehalt an 0,025 % *Blei* macht das Gold spröde und brüchig, so daß es sich nicht mehr prägen läßt. „Sprödes Gold“ enthält auch manchmal *Arsen*, *Wismut* oder *Antimon* in kleiner Menge.

Gold mit einem sehr kleinen Gehalt an *Iridium* ist zwar nicht spröde, aber trotzdem für Juwelierzwecke unbrauchbar, weil es bei der Bearbeitung zerreißt und die Feilen verdirbt durch kleine aber sehr harte Iridiumkristalle, welche sich aus dem geschmolzenen Metall ausgeschieden haben.

Auch das käufliche „Feingold“ ist immer unrein. Größere Ansprüche macht man an das in den Münzstätten gebrauchte *Kontrollgold*, wie es von den Scheideanstalten geliefert wird; meist gehört es der dritten Reinigungsstufe an. Auf rein chemischem Wege kann man das Gold leicht noch weiter reinigen und es wenigstens auf die fünfte Stufe bringen. In diesem Zustande eignet es sich für alle wissenschaftlichen Zwecke.

Platin.

Je geringer die Zufuhr ist, um so mehr erscheint das Platin als ein in Wissenschaft und Technik unentbehrliches Edelmetall, für welches bisher kein Ersatz gefunden worden ist. Dem Golde ist es in der größeren Glühbeständigkeit und im Härtegrade überlegen, für manche Zwecke ist es aber auch seinerseits zu weich. Als Legierung mit 10 % Iridium bildet es bekanntlich das bewährte härtere Metallmaterial für die inter-

nationalen Maß- und Gewichts-Prototype (Meter und Kilogramm).

Das sogenannte *technische Platin*, welches der ersten Reinigungsstufe angehört und zu Schalen, Tiegeln, Muffeln und anderen chemischen Geräten verarbeitet wird, enthält meist ebenfalls etwas Iridium. So ergab z. B. die Analyse einer bei dauerndem Glühgebrauch in der technischen Praxis bewährten *Glühmuffel* die folgende Zusammensetzung:

Platin	97,0 %
Iridium	2,23 „
Palladium	0,13 „
Rhodium	Spur
Gold	0,30 „
Kupfer	0,18 „
Eisen	0,12 „
Nickel usw.	Spur
	<hr/> 100,0

Neuerdings werden häufig zu Glühoperationen Geräte aus *reinem Platin* vorgezogen, welche zwar weicher, aber weniger leicht oxydierbar sind und einen geringeren Glühverlust ergeben. Bei der Firma W. C. Heraeus in Hanau wird das Platin bis zur vierten Stufe gereinigt, so daß die Fremdstoffe nur noch in Spuren vorhanden sind. Am meisten störend wirkt das bei der Bearbeitung des gegossenen Metalls (Walzen usw.) hinzugekommene *Eisen*, welches durch Extraktion mit Säuren und geschmolzenen Salzen nachträglich entfernt wird.

Das in hoher Glühtemperatur bei Anwesenheit von Sauerstoff auftretende „Zerstäuben des Metalls“ ist bei reinem Platin am geringsten und wächst mit den Verunreinigungen stark an. Ein Komitee von amerikanischen Chemikern hat sich mit Erfolg der Aufgabe unterzogen, diese Einflüsse des näheren zu untersuchen und die Platiniegel auf ihre „Haltbarkeit“ im voraus physikalisch zu prüfen.

Eine vielseitige Beanspruchung liegt bei der Anwendung des Platins zu *Elektroden* vor, und besonders zu *Anoden*, welche aus reinem Metall bestehen müssen, da sonst leicht die Verunreinigungen nach der Kathode hinüberwandern. Daß die unedlen Metalle dem Platin auch schon durch längere Behandlung mit kochendem Wasser entzogen werden können, ist sicher festgestellt worden.

Seit einiger Zeit spielt das reine Platin als *Kontaksubstanz* bei der Herstellung der Schwefelsäure sowie bei anderen wichtigen technischen Prozessen eine große Rolle; sehr geringe Verunreinigungen können hier die größten Störungen des Betriebes hervorrufen.

Eine rein physikalische Verwendung war dem reinen Platin bei der *Violleschen Leuchte* zugebracht, welche sich auf die Konstanz der Lichtemission bei der Schmelztemperatur gründet. Diese Einheit ist jedoch trotz grundlegender Versuche nicht zu praktischer Anwendung gelangt,

da man die leichter zu reproduzierende Hefnerlampe vorzog.

Dagegen hat sich das bekannte *Thermoelement* von *Le Chatelier* in Wissenschaft und Technik als ein unentbehrliches Hilfsmittel zur Messung höherer Temperaturen eingebürgert; hier wird die thermoelektrische Kraft, welche an der Kontaktstelle von reinem Platin- und Platinrhodium-Draht entsteht, zur Temperaturmessung benutzt.

Ebenso groß ist die Bedeutung des Metalls in den neuen *Platin-Widerstandsthermometern*, deren Gebrauch auf dem mit der Temperatur stetig zunehmenden elektrischen Widerstande eines dünnen Platindrahtes beruht.

In der am 1. April 1916 eingeführten Temperaturskala ist das Intervall zwischen dem Schmelzpunkt des Quecksilbers und dem Siedepunkt des Schwefels durch das Platin-Widerstandsthermometer zu definieren.

Der Schmelzpunkt des Platins selbst wird in dieser Skala bei 1764° angenommen.

Die Platinbegleitmetalle

können in den Platinschmelzanstalten ebenfalls in fast reinem Zustande hergestellt werden; sie finden aber physikalisch und chemisch geringere Verwendung als das Platin. *Palladium* dient in der Gasanalyse als Absorptionsmittel für Wasserstoff, *Rhodium* ist ein wichtiger Bestandteil der Thermoelemente, *Iridium* wird in den elektrischen Öfen gebraucht, *Osmium* und *Ruthenium* dienen als Sauerstoffüberträger. Für die katalytischen Erscheinungen haben die reinen Platinmetalle eine weitgehende Bedeutung.

Silber.

Das im Handel befindliche *Feinsilber* gehört meist der dritten Reinigungsstufe an, es enthält immer Kupfer, häufig ein wenig Gold und Spuren anderer Fremdstoffe.

Die Frage nach der Herstellung des reinen Metalls wurde am gründlichsten durch *Stas* studiert, welcher bei seinen klassischen Untersuchungen über die Atomgewichte das Silber besonders bevorzugte und es bei der Beziehung zu anderen Elementen als gut definierte Einheit benutzte. Man wird annehmen dürfen, daß das destillierte Silber von *Stas* (obwohl ein wenig Sauerstoff darin vermutet wurde) weit über die vierte Reinigungsstufe hinausging.

Bei der chemischen Maßanalyse wird reines Silber als *Ursbstanz* zur Herstellung wichtiger Normallösungen benutzt.

Eine große physikalische Bedeutung besitzt das Silber als internationale und gesetzliche Grundlage für die Messung der elektrischen Stromstärke im *Silbervoltmeter*. Bei den Normalbestimmungen ist hier die Reinheit des Anodensilbers eine der wichtigsten Vorbedingungen. Durch langjährige wissenschaftliche Untersuchungen in allen Kulturländern ist die Genauigkeit

der mit dem Silbervoltmeter ausführbaren Messungen wesentlich gesteigert worden.

Das metallische Silber dient ferner als Grundlage für die Abschätzung des thermischen und des elektrischen *Leitvermögens*, welches hier unter allen Metallen den größten Wert hat.

Wie die vorstehenden Beispiele zeigen, finden unter den metallischen Elementen besonders die *Edelmetalle* eine hervorragende Verwendung auf dem Gebiet genauer Maßbestimmungen und im besonderen in der experimentellen Physik. Dies erklärt sich großenteils aus der Beständigkeit ihres metallischen Zustandes, welcher während der Versuche meist erhalten bleibt. Aber auch zahlreiche andere Grundmetalle sind für die physikalischen Zwecke unentbehrlich, während manche als Normalsubstanzen mehr Bedeutung für die wissenschaftliche Chemie besitzen.

Zu den wichtigsten Eigenschaften der metallischen Elemente gehören neben dem Atomgewicht und dem elektromotorischen Verhalten der *Schmelzpunkt* und der *Siedepunkt*. Während die Lage des letzteren meist noch für sehr unsicher gilt, hat man die Schmelzpunkte bei vielen Metallen in der letzten Zeit so genau festgestellt, daß diese nunmehr während des Schmelzens zur Reproduktion bestimmter Temperaturen (sogenannte Fixpunkte) wertvolle Anwendung finden können, so z. B. bei der Vergleichung von Thermometern, für Thermostaten usw.

In der jetzt maßgebenden Temperaturskala zeigen die wichtigsten Metalle im reinen Zustande die folgenden Schmelzpunkte:

Quecksilber	—	38,89 °
Zinn	+	231,84 °
Cadmium		320,9 °
Zink		419,4 °
Antimon		630,3 °
Silber		960,5 °
Gold		1063 °
Kupfer		1083 °
Palladium		1557 °
Platin		1764 °

Auch die Bestimmung des elektromotorischen Verhaltens der Metalle macht fortgesetzte Untersuchungen mit möglichst reinen Präparaten notwendig. Als internationale Grundlage für die Messung der elektrischen Spannung dient in neuerer Zeit bekanntlich das normale „Weston-element“, in welchem neben Platin als Anode das *Cadmium* benutzt wird; dies früher kaum beachtete Metall hat dadurch wissenschaftlich eine große Bedeutung erlangt. In den früher mehr gebräuchlichen Normal-„Clark-Elementen“ wurde reines *Zink* benutzt, welches ja bei der galvanischen Stromerzeugung von jeher die größte Rolle spielt. Zum Aufbau der elektrischen Akkumulatoren wird endlich eine große Menge reines *Blei* gebraucht.

Insofern diese drei Elemente bei ihrer Verwendung in der messenden Physik ihren metal-

lischen Charakter verlieren resp. aufgelöst werden, liegt hier ein Übergang zur *chemischen Benutzung* vor.

Physikalische Vergleichung verschiedener Metalle.

Die von der *Struktur* abhängigen Eigenschaften der festen Metalle sind schwierig eindeutig zu bestimmen, weil man die Erzeugung einer etwa denkbaren „Normalstruktur“ nicht in der Hand hat.

Hier sind besonders das spezifische Gewicht, das Leitvermögen für Wärme und Elektrizität sowie die mechanischen Eigenschaften hervorzuheben.

Außer den in der festen Substanz zerstreuten Fremdstoffen gibt es noch zahlreiche andere Faktoren, welche die Struktur der Metalle beeinflussen: die wechselnden Bedingungen der Kristallisation bei dem Erstarren aus dem Schmelzfluß, die Wirkung der mechanischen Bearbeitung, die Rekristallisationserscheinungen, die Porosität usw.

Hierher gehört auch die Frage nach dem Aggregatzustand der verschiedenen Strukturelemente, Polymorphie, Amorphie, Unterkühlung usw., welche zum Gebiet der *allotropischen Modifikationen* hinüberleiten. Die letztere Erscheinung, für welche man bei dem Zinn ein wohlstudiertes Beispiel kennt, gilt auch bei vielen anderen Metallen keineswegs für ausgeschlossen und soll nach der Ansicht mancher Forscher für den Wechsel der Eigenschaften kompakter Metalle besonders wirksam sein.

Die vergleichende Bestimmung einiger wichtiger physikalischer Konstanten an verschiedenen Metallen war der Gegenstand mehrjähriger umfassender Untersuchungen in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Die Beobachtungen waren sehr vielseitig und betrafen (außer zahlreichen Legierungen) gegossene Stäbe der Grundmetalle Gold, Platin, Palladium, Rhodium, Iridium, Silber, Kupfer, Wismut, Zinn, Blei, Cadmium, Zink, Nickel, Eisen, Aluminium. Das Leitvermögen für Wärme und Elektrizität stand im Vordergrund des Interesses. Daneben wurden auch die Dichte sowie verschiedene mechanische Eigenschaften, wie z. B. der Elastizitätsmodul, bestimmt. Aus den Ergebnissen der Untersuchung ist hervorzuheben, daß das Wiedemann-Franz'sche Gesetz von der Proportionalität des thermischen und elektrischen Leitvermögens mit den Lorenz'schen Sätzen bei den meisten Metallen annähernd bestätigt werden konnte; geringere Abweichungen traten bei Eisen, Platin und Palladium auf, große dagegen bei Aluminium und Wismut.

Die Ursachen dieser Abweichungen konnten noch nicht mit voller Sicherheit festgestellt werden, doch ist an einer individuellen Verschiedenheit der Werte für die einzelnen metallischen Elemente nicht zu zweifeln.

Gemäß der analytischen Charakterisierung gehörte die Mehrzahl der untersuchten Metalle der dritten Reinigungsstufe an, Eisen und Aluminium waren jedoch stärker verunreinigt; das Nickel enthielt sogar über 3 % Fremdstoffe und entsprach der ersten Reinigungsstufe.

Bei der künftigen Fortführung dieser Arbeit würde man Wert darauf legen, den unbekannten Einfluß der *Verunreinigungen* möglichst auszuschalten, indem man die Metalle zur Untersuchung in höheren Reinigungsstufen verwendet. Inzwischen ist bereits vielfach die Änderung der Leitfähigkeit einzelner Metalle durch kleine Verunreinigungen beobachtet und die störende Bedeutung derselben besonders bei sehr niedrigen Temperaturen verfolgt worden.

Von den noch nicht besprochenen Metallen hat das *Kupfer* die größte Bedeutung in der Technik als Material für die Leitung des elektrischen Stromes; hier pflegt es nur im Falle der Not durch andere Metalle wie Zink oder Aluminium ersetzt zu werden. Im Zustand besonderer Reinheit ist es bei wissenschaftlichen Versuchen in den Galvanometerspulen sehr wichtig, bei welchen sich namentlich eine Verunreinigung mit *Eisen* sehr störend bemerkbar machen würde.

Als Träger der *magnetischen* Erscheinungen bleibt für die Technik das *Eisen* das wichtigste Metall. Metallographisch ist dasselbe wohl von allen Metallen am gründlichsten studiert worden; auch über den Einfluß seiner Verunreinigungen auf die magnetischen Konstanten liegen umfassende Untersuchungen aus der neuesten Zeit vor. In der Richtung der technischen Herstellung des *reinen* Eisens sind zwar große Fortschritte gemacht worden, doch bleibt es bemerkenswert, daß die *völlige* Reinigung dieses wichtigsten, in so großen Massen gebrauchten Metalls die größten Schwierigkeiten bietet. Einige wichtige physikalische Konstanten des Elements konnten daher noch nicht mit der gewünschten Genauigkeit bestimmt werden.

Auch für das reine *Nickel* besteht, schon wegen seiner magnetischen Eigenschaften, ein reges wissenschaftliches Interesse. Dasselbe konnte ebenfalls noch nicht völlig befriedigt werden, da es technisch noch nicht gelungen ist, das kompakte Metall als Element von einwandfreier Beschaffenheit in größerer Menge herzustellen. Auch die Gewinnung aus dem flüssigen und farblosen *Nickelcarboxyl* vom Siedepunkt 43° hat sich dauernd nicht eingebürgert. Das pulverförmige Nickel hat in den letzten Jahren große technische Bedeutung erlangt zur Vermittelung der Wasserstoffaddition an fettartige Verbindungen. In den Metallen, deren elektrisches Leitvermögen gegen kleine Verunreinigungen sehr empfindlich ist, gehört ferner das in vieler Hinsicht merkwürdige *Wismut*; seine Verwendung in der messenden Physik beruht größtenteils auf der Änderung seiner Leitfähigkeit im magnetischen Felde, andererseits

wird es aber in Vereinigung mit *Antimon* vielfach zur Erzeugung von thermoelektrischen Strömen benutzt.

Im Anschluß an die erwähnten Elemente sind von den wichtigeren Schwermetallen noch zu nennen: Kobalt, Mangan, Chrom, Molybdän, Wolfram, Uran, Thallium, Tellur, Indium, Tantal, Titan, Vanadin usw. Manche dieser Metalle dienen zur Herstellung geschätzter Eisenlegierungen in der Technik sowie zu vielfachen anderen Zwecken. Im elementaren Zustande finden Wolfram und Tantal Verwendung als Glühfäden in elektrischen Lampen; auch sind die gleichen Metalle als Ersatz des Platins zu Glühgeräten vorgeschlagen worden, ohne daß sie sich hier (wegen der starken Oxydbildung) bewährt haben.

Der Reinigung aller dieser Elemente auf nassem Wege stehen keine besonderen Schwierigkeiten entgegen. Je schwerer die Metalle aber schmelzbar sind, um so mehr kommen bei der Überführung in den kompakten Zustand die „*sekundären Verunreinigungen*“ in Betracht. Die käuflichen Präparate gehören den verschiedensten Reinigungsstufen an.

Das neuerdings viel benutzte und technisch höchst wertvolle *Aluminium*, welches schwierig zu reinigen ist, gehört zu den *Leichtmetallen*, welche nicht in den Bereich dieser Mitteilung fallen.

Normierte Metalle.

Nach den vorstehenden Ausführungen besteht in der wissenschaftlichen und technischen Forschung der dringende Wunsch nach der Anwendung der wichtigsten Metalle im Zustand möglicher Reinheit. Die Erfüllung dieses Bedürfnisses würde aber nur dann eine wesentliche Bedeutung haben, wenn mit den metallischen Präparaten zugleich eine *Gewähr* für deren annähernde Reinheit zu erwerben wäre, damit nicht die in kleiner Menge zur Verfügung stehende Substanz sogleich durch eine mühsame und zeitraubende analytische Kontrolle verbraucht wird.

Die Herstellung *größerer* Massen gleichartigen, gut definierten Materials könnte andererseits vielen zugute kommen und den Vorteil haben, daß mehrere damit ausgeführte wissenschaftliche Arbeiten durch das gemeinsame Ausgangsmaterial vergleichbar gemacht werden.

Von diesen Erwägungen ausgehend, hat die Physikalisch-Technische Reichsanstalt seit ihrem Bestehen an der Vervollkommnung der Metallreinigung den regsten Anteil genommen und nunmehr Maßnahmen zur Verwirklichung der erwähnten Bestrebungen getroffen.

Nachdem der Nachweis geführt worden ist, daß eine große Zahl von Schwermetallen in jedem Maßstabe bis zur vierten Stufe gereinigt werden kann, haben sich hervorragende technische Betriebe erboten, diese Reinigung mit größeren Massen einzelner Metalle praktisch durchzuführen und sie, nach der analytischen Charakterisierung

durch die Reichsanstalt, in kleinen Portionen an die wissenschaftlichen Interessenten käuflich abzugeben, wobei jedesmal ein amtlicher Prüfungsschein über das analytische Ergebnis zur Ausgabe gelangt. Die unter Kontrolle stattfindende Charakterisierung und Verteilung der einheitlichen Metallmassen in kleine Portionen wird als „Normierung“, und die Metalle selbst werden als „normiert“ bezeichnet.

Die Durchführbarkeit dieses Planes, und namentlich der technischen Herstellung der Metalle in der vierten Reinigungsstufe mit einer maximalen Massenverunreinigung von 0,01 %, wurde durch ausführliche Vorarbeiten begründet. Eine höhere Stufe ist einstweilen technisch nicht zu erreichen. Daß die analytische Untersuchung solcher „fast reinen“ Metalle die größte Sorgfalt verlangt, wurde bereits hervorgehoben.

Der Anfang ist mit dem normierten Zink, dem normierten Cadmium und dem normierten Blei gemacht worden, welche von jetzt ab in Stabform von der chemischen Fabrik C. A. F. Kahlbaum (Adlershof bei Berlin) bezogen werden können. Die Ausgabe anderer normierter Schwermetalle soll später, dem wachsenden Bedürfnis entsprechend, folgen. Mögen die auf solche Weise dem wissenschaftlichen Gebrauch zugänglich gemachten annähernd reinen Metalle bei zahlreichen nützlichen Arbeiten einen Ersatz bieten für die absolut reinen Elemente, welche nicht zu beschaffen sind.

C. Lindes Lebenswerk.

Aus Anlaß seines 75. Geburtstages nach seinen Aufzeichnungen dargestellt.

Von Prof. Dr. Max Jakob, Berlin-Charlottenburg.

Vor 6 Monaten ist vielerorts und auch an dieser Stelle der 100. Wiederkehr des Geburtstages von Werner Siemens gedacht worden. An jenem Gedenktag war durch feierliche Verleihung des „Siemensringes“ stiftungsgemäß¹⁾ erstmalig eine Person zu ehren, welche sich — so wie Siemens — „hervorragende und allgemein anerkannte Verdienste um die Technik in Verbindung mit der Wissenschaft“ erworben. Die hohe Auszeichnung wurde einem Mann zuteil, dessen Leben und Wirken eine merkwürdige Analogie zum Leben von Werner Siemens bildet: Carl von Linde.

Was Siemens für die Elektrotechnik, das bedeutet Linde für die Kältetechnik: Es gab vor Siemens elektrische Telegraphen, vor der Aufstellung des dynamoelektrischen Prinzips elek-

trische Maschinen; aber eine Elektrotechnik im heutigen Sinne ist erst durch Siemens ermöglicht worden. So hat man auch vor Linde Kältemaschinen gebaut, vor der Anwendung des Thomson-Joule-Effektes¹⁾ und des Gegenstromprinzips¹⁾ Gase verflüssigt; aber Linde war es vorbehalten, der Kältephysik durch die bequeme und reichliche Erzeugung von Kälte gewissermaßen das Ausgangsprodukt für ihre experimentellen Forschungen zu schaffen, und seiner technischen und wirtschaftlichen Arbeit dankt die Kältetechnik, wenn nicht ihr Bestehen, so doch ihren hohen Stand.

Wie Siemens, hat Linde nach einer sorgfältigen, einfachen Erziehung sich unter Schwierigkeiten und Entbehrungen den ersten Weg gebahnt, in jungen Jahren mit klarem Blick erkannt, wo unbestellter, fruchtbarer Boden der Saat und Ernte harnte, und dann das für die Lebensarbeit erwählte Gebiet so nach allen Richtungen durchmessen und bebaut, daß es eine Fülle herrlicher Früchte trug. Nun hat auch er als Siebenziger, wie seinerzeit Siemens, Lebenserinnerungen niedergeschrieben. Leider sind aber die Aufzeichnungen „Aus meinem Leben und von meiner Arbeit“, die Linde für seine Kinder und seine Mitarbeiter hat drucken lassen, zunächst noch nicht, wie Siemens' „Lebenserinnerungen“, der Allgemeinheit zugänglich. „Muß nicht die Drucklegung solcher Aufzeichnungen den Eindruck erwecken, als mache der Verfasser Anspruch auf allgemeine Teilnahme?“ bemerkt Linde in der Einleitung seiner Niederschrift. Da aber vielmehr die Allgemeinheit Anspruch auf Teilnahme am Lebenswerk eines solchen Mannes erhebt, so scheint es die richtige Zeit und der rechte Ort, wenn anläßlich seines 75. Geburtstages hier, vor einem weiteren naturwissenschaftlich und technisch interessierten Leserkreis, ein wenig von C. Lindes Persönlichkeit und Werk die Rede ist. —

Linde erzählt, wie er als Gymnasiast zuerst daran dachte, Schriftsteller und Dichter zu werden, aber mit gesunder Selbstkritik seine literarischen Versuche verworfen habe, wie dann der Anblick von Turbinen und Dampfmaschinen in einer Baumwollspinnerei, die er häufig besuchte, eine mächtige Wirkung auf ihn ausgeübt und ihn bestimmt habe, Maschinenbauer zu werden. Seine Mittel erlaubten ihm nur ein dreijähriges Studium am Zürcher Polytechnikum. Aber diese Zeit genügte, ihm die stärksten Eindrücke besonders auf dem Gebiet der Thermodynamik und der Theorie der Wärmekraftmaschinen vermitteln zu lassen; waren doch keine Geringeren als Clausius, Zeuner und Reuleaux in Zürich seine Lehrer in Physik, theoretischer Maschinenlehre und Maschinenbaukunde. Auf die Studienzeit folgte eine angestrenzte, entbehrungsreiche Werkstattstätig-

¹⁾ Die Siemens-Ring-Stiftung wird unter dem Ehrenvorsitz des Reichskanzlers verwaltet durch einen Stiftungsrat, der sich zusammensetzt aus dem Präsidenten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, den Inhabern des Siemensringes und je einem Vertreter der Kgl. Technischen Hochschule Charlottenburg, des Deutschen Museums, der Jubiläumstiftung der deutschen Industrie und sieben bedeutender technischer Vereine und Verbände.

¹⁾ Näheres hierüber siehe S. 420.

keit in einer Baumwollspinnerei bei Kempten und in der Borsigschen Lokomotivfabrik in Berlin. Schließlich wurde er als Ingenieur dieser Fabrik mit zuerst 16, dann 20 Taler Monatsgehalt angestellt. Er war 24 Jahre alt, als nun überaus stürmisch die erste Expansionsperiode seines Lebens einsetzte.

Der Drang, schnell vorwärts zu kommen — ihm eingeboren und durch besondere Gefühlsgründe verstärkt —, gab dem jungen Ingenieur die Kühnheit (so nennen wir es mit seinen Worten), sich um die Stelle des Vorstandes des technischen Bureaus der Lokomotivfabrik von Krauß in München zu bewerben, die damals gerade begründet werden sollte. Wohl dank *Zeuners* Befürwortung erhielt er den verantwortungsreichen Posten. Bei den Arbeiten zur Einrichtung dieser Fabrik, durch seine ersten selbständigen Konstruktionen und durch die Erfindung einer Bremsrichtung, mit welcher ein Teil der bei Fahrten im Gefälle verlorenen Bremsarbeit in Form von Wärme dem Lokomotivkessel zurückgewonnen werden konnte¹⁾, zeichnete er sich bald aus. Damals muß er sich wohl auch seines Könnens richtig bewußt geworden sein, und so wagte er es schon im Jahre 1867 — 25-jährig —, sich um den Lehrstuhl für theoretische Maschinenlehre an der neu zu errichtenden Technischen Hochschule in München zu bewerben „unter der ausdrücklichen Voraussetzung, daß es nicht gelingen sollte, einen der beiden berühmten Vertreter dieses Faches, *Zeuner* oder *Grashof*, zu gewinnen. Außer diesen beiden sei ihm niemand bekannt, neben dem er nicht als Bewerber auftreten könne“. Die stolze Bewerbung hatte Erfolg: Er erhielt im Jahre 1868 die außerordentliche Professur für theoretische Maschinenlehre, und diese wurde — angesichts seiner hervorragenden Leistungen — bereits 1872 in ein Ordinariat umgewandelt.

Über 10 Jahre hat er damals an der Münchener Hochschule gewirkt. Es kann hier nicht auf die Einzelheiten seiner Lehrtätigkeit eingegangen werden, der eine große Anzahl bedeutender Ingenieure ihre Ausbildung in dem wichtigen Fach der theoretischen Maschinenlehre verdankt. Erwähnt aber muß werden, daß er schon in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in einer Denkschrift das bayerische Kultusministerium auf die Wichtigkeit von Maschinenlaboratorien für die Ingenieurausbildung aufmerksam gemacht hat, mit dem Erfolg, daß die Münchener Hochschule viele Jahre vor anderen deutschen Hoch-

schulen die Mittel zum Bau eines Laboratoriums für theoretische Maschinenlehre erhalten hat. „Schüchtern“, heißt es in *Lindes* Aufzeichnungen, „(in Besorgnis vor Ablehnung solcher Bestrebungen) hatte ich als Aufgabe des Laboratoriums auch die Ausführung von Forschungsarbeiten genannt.“ Auf seinen Anteil bei der Gründung weiterer Forschungsinstitute wird noch zurückzukommen sein. —

Einer „Nebenbeschäftigung“ *Lindes* entsprang es, daß er, wohl als erster Hochschullehrer, auch eine Vorlesung über die Theorie der Kältemaschinen in den Lehrplan aufnehmen ließ. Wir kommen damit zum eigentlichen Lebenswerk *Lindes*: Noch als außerordentlicher Professor, da er, auch aus pekuniären Gründen, sich veranlaßt sah, manche Nebenaufgaben zu übernehmen, hatte er sich auf ein Preisausschreiben hin mit der Literatur über künstliche Kühlung befaßt und sofort erkannt, daß hier wichtige Aufgaben zu lösen seien. Er fand die drei Haupttypen der Kältemaschinen²⁾ bereits vor, aber keinerlei „Maßstab zu einem Vergleich ihrer Leistungen“. Als bald nahm er in Angriff, eine Theorie der Kältemaschinen zu schaffen. Er suchte nach dem größtmöglichen Verhältnis von Kälteproduktion zur aufgewandten Arbeit und nach dem für die Kälteerzeugung günstigsten Arbeitsprozeß und baute darauf eine Kritik der bestehenden Maschinenarten und Vorschläge für Verbesserungen auf. Das Ergebnis seiner Studien legte er nieder in dem von ihm damals redigierten Bayerischen Industrie- und Gewerbeblatt in den beiden Abhandlungen „Über die Wärmeentziehung bei niedrigen Temperaturen durch mechanische Mittel“³⁾ und „Verbesserte Eis- und Kühlmaschine“⁴⁾. Die Folge dieser Veröffentlichungen war, daß Interessenten aus der Brauereiindustrie, für welche die Frage der Kühlung von größtem Wert ist, an *Linde* herantraten mit dem Ersuchen, er möge ihnen gute Kältemaschinen liefern; es wurden ihm die Mittel für eine Versuchsmaschine zur Verfügung gestellt; er ließ eine erste Maschine durch die Maschinenfabrik Augsburg bauen, nahm dann Patente, um die Kosten des Baues weiterer Versuchsmaschinen zu decken, und in wenigen Jahren standen in der Tat vorzügliche Kältemaschinen der Industrie zur Verfügung. Das wesentlich Neue der *Lindeschen* Theorie und Ausführungsart war etwa das Folgende: Kälte läßt sich am günstigsten erzeugen, wenn bei der höchstzulässigen Temperatur der zu kühlenden Substanz Wärme entzogen und diese Wärme bei der geringstmöglichen Temperatur an eine Wärme aufnehmende Substanz weitergegeben wird. *Linde* spricht höchst anschaulich stets von der Arbeitsleistung für das Heben der entzogenen Wärme-

¹⁾ Es ist für *Lindes* Denken, das stets auf Wärmeökonomie gerichtet war, charakteristisch, daß seine erste Erfindung auf Energieersparnis hinzielte. Die „Dampfprepressionsbremse“ hat befriedigend gewirkt, aber keine praktische Bedeutung erlangt. — Die Rückgewinnung von Gefällsenergie macht übrigens auch bei elektrischen Bahnen, die doch dazu besonders geeignet erscheinen, große Schwierigkeiten. Man ist gewöhnlich gezwungen, die Motoreigenschaften der elektrischen Triebmaschinen so gut wie möglich zu machen und auf Generatorwirkung (Bremswirkung mit Energierückgewinnung) zu verzichten.

²⁾ die Kaltluftmaschinen, die Kaltdampf-Absorptionsmaschinen und die Kaltdampf-Kompressionsmaschinen.

³⁾ a. a. O. 1870, S. 205.

⁴⁾ a. a. O. 1871, S. 264.

menge auf das Niveau der Umgebungstemperatur; aus diesem Bild erklärt sich der vorher angegebene Grundsatz ganz elementar. Die beste Annäherung an den theoretisch günstigsten Prozeß ergeben die sogenannten Kompressionsmaschinen: Eine „flüchtige Flüssigkeit“ wird durch den zu kühlenden Körper verdampft und entzieht ihm dabei Wärme; der Dampf wird komprimiert und wieder verflüssigt; seine Wärme geht ans Kühlwasser über; dann beginnt das Spiel aufs neue. Solchermaßen arbeitende Kompressionsmaschinen waren unter Anwendung von Schwefeläther in England bereits gebaut worden; in Anbetracht des niedrigen Druckes, welcher der geringen Flüchtigkeit des Schwefeläthers entspricht, spielten aber die Druckverluste besonders in den Ventilen eine zu große, den Wirkungsgrad sehr verschlechternde Rolle. Um dem abzuhelpen, mußte mit sehr flüchtigen Flüssigkeiten gearbeitet werden, deren Dämpfe bei Temperaturen von der Höhe der Umgebungstemperatur bereits hohe Drucke ausüben. Dieser Gedankengang führte *Linde* zur Verwendung von Methyläther und dann von Ammoniak. Das Arbeiten mit diesen Stoffen setzte aber voraus, daß es gelang, Maßnahmen zu treffen, um die beweglichen Abschlußorgane der Maschinen wirksam abzudichten. Dies geschah durch Verwendung von gleichzeitig zur Schmierung dienenden Sperrflüssigkeiten (z. B. Glyzerin), durch welche die unter Gasdruck stehenden Räume von der Außenluft abgeschlossen wurden, später in sehr einfacher Weise durch Einschaltung einer sog. „Laternen“ zwischen zwei Packungen, nämlich eines Hohlraumes, der mit Sperrflüssigkeit gefüllt wurde und mit dem Verdampfer in Verbindung stand; dabei war also der Kompressionsraum gegen die Sperrflüssigkeit abzudichten, gegen die Atmosphäre nur der Verdampferraum. Die liegende doppeltwirkende Ammoniak-Kompressionsmaschine mit dieser Art der Dichtung ist die in Europa typische Form der modernen Kältemaschine geworden.

Die so erzielte Verbesserung der Kältemaschinen war aber nur der eine Teil der Aufgabe, die sich *Linde* gestellt hatte. Diese umfaßte außer der Kälteerzeugung als ähnlich wichtige technische und industrielle Faktoren auch die Übertragung und Verwendung der Kälte. *Linde* erkannte bald, als die Aufträge zunahmen, die er vor allem durch die Maschinenfabrik Augsburg und die Fabrik der Gebrüder Sulzer in Winterthur ausführen ließ, daß ihm die völlige Lösung der „einzigenartigen und verheißungsvollen“ Aufgabe, zu der er sich besonders berufen fühlte, nicht im Nebenberuf möglich war, und entschloß sich, als ihm das 1878 durch maßgebende Vertreter der Brauereiindustrie nahegelegt wurde, schweren Herzens, vom Lehramt zurückzutreten. Im Jahre 1879 übernahm er, keineswegs unter besonders glänzenden pekuniären Bedingungen, aber zuversichtlich, im Bewußtsein seines thermodynamischen und technischen Könnens, die Vorstand-

schaft der neugegründeten *Gesellschaft für Lindes Eismaschinen*.

Als Leiter dieser Gesellschaft hat er in dem nun folgenden Jahrzehnt eine ungeheure Arbeit geleistet, technischer, organisatorischer, kaufmännischer Art, die an dieser Stelle kaum angedeutet werden kann: Es wurden Kältemaschinen geliefert, Brauereien mit Kühleinrichtungen ausgestattet, Fleischkühl- und Gefrieranlagen gebaut, ferner Kühlanlagen für alle möglichen Nahrungsmittel und chemischen Produkte errichtet. Einen besonders wichtigen Geschäftszweig bildete der Bau von Generatoren zur Eisenerzeugung, deren erste grundlegende Typen *Linde* noch als Hochschullehrer entworfen und ausgeführt hatte, und die Erstellung ganzer Eisfabriken. Zu vielgestaltigen neuen Konstruktionen gab die Forderung der Industrie nach Klareis Veranlassung. Die eigentlich nächstliegende Art der Kälteverwertung dagegen hat sich bis heute nicht einführen können, die Kühlung von Wohnräumen. Diese bietet längst keine technischen Schwierigkeiten mehr; sie stellt sich nach *Lindes* Berechnungen¹⁾ etwa dreimal so teuer als die entsprechende Heizung von Wohnräumen. Man sollte meinen, daß dies in vielen Fällen keine ausschlaggebende Rolle spielen könnte; tatsächlich aber sind bis jetzt nur ganz wenige derartige Hauskühlanlagen gebaut worden. Die Worte, die *Pettenkofer* in den siebziger Jahren an *Linde* schrieb, nachdem er die ersten großen Kühlanlagen in München gesehen hatte: „Was für die gemäßigten und kalten Zonen die Heizung bedeutet, das wird jetzt den heißen Zonen durch die Kältemaschinen gebracht werden“, enthalten auch heute wie damals nur eine Zukunftsaussicht für die Kälteindustrie.

Im Jahre 1890 legte *Linde* die Geschäftsleitung der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen nieder. Er konnte, noch nicht 50-jährig, auf ein reiches Lebenswerk zurückblicken und gedachte nun, glücklich fern von Geschäften, der wieder aufgenommenen Lehrtätigkeit an der Münchener Hochschule und reiner Forschungstätigkeit auf dem Gebiete der tiefen Temperaturen leben zu können. Aber die wissenschaftlichen und technischen Erfolge dieser Tätigkeit und der ihm eigene Drang, in die Weite zu wirken, erwiesen sich auch diesmal als so stark, daß in merkwürdiger Duplizität des Geschehens in einem Menschenleben sich nun in ganz ähnlicher Weise wiederholte, was *Linde* schon einmal erlebt hatte, nämlich daß er sich gezwungen sah, als Industrieller auszubauen, wozu er als Naturforscher den Grund gelegt.

In München hatte mittlerweile auf *Lindes* Anregung und mit Mitteln der Lindegesellschaft der Polytechnische Verein eine Kälteversuchsstation gegründet und durch eine sachverständige Prü-

¹⁾ C. *Linde*, Wirtschaftliche Wirkungen der Kälte-technik (Vortrag). Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 50, S. 1035, 1906.

fungskommission unter dem Ehrenvorsitz *Zeuners* vergleichende Messungen an Kältemaschinen verschiedener Art begonnen. Im Verfolg dieser Untersuchungen wurden an einer Ammoniak-Kompressionsmaschine Lindescher Bauart, die mit Überhitzung arbeitete, die höchsten Wirkungsgrade nachgewiesen, die je bei exakten Messungen erreicht worden und die wohl auch bis heute nicht übertroffen worden sind. *Linde* hat die Versuchsergebnisse später veröffentlicht¹⁾; danach betrug der Wirkungsgrad dieser Maschinen das Mehrfache des Wirkungsgrades der besten vor dem Jahre 1870, in welchem *Linde* seine Arbeiten aufnahm, bekannten Maschinen. An die Versuche mit der Ammoniakmaschine schlossen sich solche mit einer eigens gebauten Kohlensäure-Kompressionsmaschine¹⁾, die den wichtigen Aufschluß ergaben, daß man bisher die Flüssigkeitswärme der Kohlensäure zu groß angenommen hatte. Auch über Versuche an einer mit Stickstoffoxydul betriebenen Kältemaschine hat *Linde* in der gleichen Abhandlung berichtet. Da Stickstoffoxydul bis zu -97°C flüssig bleibt, so erlaubt eine solche Maschine, wesentlich tiefere Kältegrade zu erzielen als die Kohlensäuremaschine²⁾.

Doch *Linde* lockte es, noch sehr viel niedrigere Temperaturen zu erreichen, und so entstand die Arbeit, die seinen schon weit bekannten Namen so populär gemacht hat, die aber auch in ihren Verknüpfungen mit der Physik und ihren Konsequenzen für die Technik *Lindes* wichtigsten Erfolg darstellt: die Verflüssigung der Luft in großem Maßstab. „Die von den Physikern für die Gasverflüssigung angewendeten Verfahren und Hilfsmittel“, bemerkt *Linde* in seinen Aufzeichnungen, „hatten wohl ausgereicht, um an einigen wenigen Orten (Paris, Krakau, London und Leyden) kleine, nach Kubikzentimetern zählende Mengen von Flüssigkeit aus Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenoxyd zu gewinnen, jedoch erschienen sie nicht geeignet zu einer Verallgemeinerung für den wissenschaftlichen Betrieb, geschweige denn zu Verwertungen in technischer und industrieller Richtung. Noch fehlte ein gangbarer Weg aus dem Laboratorium des Naturforschers in die Werkstatt, und es drängte sich mir das Aufsuchen eines solchen Weges als nächstliegende Aufgabe auf.“ Er berichtet dann, wie er diesen Weg fand.

Die Verflüssigung der Luft nach *Linde* beruht auf der Abkühlung der Gase bei Expansion infolge innerer molekularer Arbeitsleistung. Letztere mag man sich etwa als eine Überwindung der Kohäsionskräfte zwischen den Gasmolekülen³⁾

vorstellen. Diese Kräfte sind sehr gering, der Betrag Δ der Abkühlung daher ebenfalls, nämlich nach den im Jahre 1862 von *Thomson* und *Joule* angestellten Beobachtungen:

$$\Delta = a \cdot \left(\frac{273}{T_1}\right)^2 (p_1 - p_2)$$

für den Druckabfall von p_1 auf p_2 kg/cm² bei der absoluten Anfangstemperatur T_1 . Da von *Thomson* und *Joule* $a = 0,27$ gefunden wurde, so ergäbe dieser Effekt bei einem Anfangsdruck $p_1 = 5$ at, wie er früher in Kaltluftmaschinen wohl üblich war, eine Abkühlung von nur 1°C . Er schien also für besonders tiefe Abkühlung oder gar Verflüssigung der Luft nicht in Betracht zu kommen. *Linde* aber, ein gleich scharfsinniger Physiker wie kühner Techniker, bedachte, daß man mit gleichem äußeren Arbeitsaufwand (der

bekanntlich dem Verhältnis $\frac{p_1}{p_2}$ proportional ist)

von $p_2 = 25$ auf $p_1 = 125$ at kompromieren könne, wie von 1 auf 5 at. Im ersteren Fall wäre aber der Kühleffekt durch innere Arbeit etwa 27° gegen 1° im letzteren Falle. Ferner war der Effekt noch durch Vorkühlung beträchtlich zu steigern, da er dem Quadrat der Temperatur T_1 umgekehrt proportional ist. Die Vorkühlung erzielte *Linde* durch einen Gegenstromapparat¹⁾, bei dem die entspannte und abgekühlte Luft der neu zuströmenden komprimierten Luft entgegengeführt wird²⁾, wodurch bis zu einem durch die Kälteverluste des Apparates bedingten Gleichgewichtszustande eine sich dauernd steigernde Kühlung erzielt wird.

Schon im Mai 1895 konnte *Linde* Vertretern der Wissenschaft und Technik eine nach diesem Verfahren gebaute Luftverflüssigungsmaschine vorführen, die im Dauerzustand stündlich 3 l flüssige Luft ergab, und bei der 36. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure in Aachen im gleichen Jahre wurde das Verfahren durch einen Vortrag von *M. Schröter* veröffentlicht.

Die Verflüssigung der Luft ist nicht die einzige Ausbeute, die von *Linde* aus dem winzigen Thomson-Joule-Effekt gewonnen wurde; ebenso bewundernswert sind die rein wissenschaftlichen Folgerungen, die er aus der Formel von *Thomson* und *Joule* gezogen hat. In einer kurzen Abhandlung³⁾ hat *Linde* nämlich im Jahre 1897 zuerst die Beziehung aufgestellt, die zwischen dem Thomson-Joule-Effekt und der spezifischen Wärme der Gase besteht, und die gestattet, die eine dieser beiden thermodynamischen Größen aus

¹⁾ *C. Linde*, Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Münchener Kälteversuchsstation. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 47, S. 1071, 1903.

²⁾ Die Lindegesellschaft hat später Äthan statt Stickstoffoxydul verwendet.

³⁾ s. z. B. *O. E. Meyer*, Die kinetische Theorie der Gase, 2. Aufl., S. 109 ff. Breslau, Maruschke & Brendt. 1899.

¹⁾ Das Gegenstromprinzip war schon lange vorher, 1857, durch *William Siemens* (ohne Bezug auf Luftverflüssigung) in einer englischen Patentschrift angegeben worden; es war aber nichts davon in die Literatur gedrungen.

²⁾ natürlich durch Rohrwände von dieser getrennt.

³⁾ *C. Linde*, Über die Veränderlichkeit der spezifischen Wärme der Gase. Sitzungsber. d. k. bayer. Ak. d. Wiss. 27, S. 485, 1897.

der anderen abzuleiten. Die einfache Lindesche Formel lautet:

$$c_p = c_{p_0} \left(1 - \frac{d \Delta}{d T} \right).$$

Δ bedeutet dabei die Abkühlung bei adiabatischer Drosselung vom Druck p auf den Druck p_0 , c_p und c_{p_0} sind die spezifischen Wärmen konstanten Druckes p bzw. p_0 . Gleich damals stellte *Linde* auf Grund dieser und der Thomson-Jouleschen Formel fest, daß c_p mit dem Druck wächst, und zwar um so mehr, je niedriger die Temperatur ist; er hat ferner Zahlenwerte der spezifischen Wärme der Luft für verschiedene Drucke zwischen $+100^\circ$ und -100° errechnet, die weit abwichen von den einzigen damals vorhandenen direkten Beobachtungen *S. Lussanas*, aber später durch quantitative Versuche¹⁾ bestätigt wurden. Auch die kritische Temperatur der Luft konnte er mit guter Annäherung aus seiner Formel ableiten; sie ergab sich dabei zu -136° , während sie in Wirklichkeit -140° beträgt. Und endlich schloß *Linde* aus Luftverflüssigungsversuchen unter Anwendung von Drucken bis 250 at, daß der Koeffizient a der Thomson-Jouleschen Formel keine Konstante sei, sondern mit zunehmendem Druck abnehme. Auch dies ist durch die von *Linde* angeregten, von *Vogel* und von *Noell*²⁾ ausgeführten Versuche später quantitativ nachgewiesen worden. Der besprochene, wahrhaft klassische Akademiebericht enthält eben fast alles, was man über den Zusammenhang zwischen Thomson-Joule-Effekt und spezifischer Wärme c_p thermodynamisch schließen kann und hat die Resultate späterer Untersuchungen mindestens qualitativ vorweggenommen. —

Wir kehren nach dieser Abschweifung ins rein wissenschaftliche Gebiet zu den praktischen Konsequenzen der Luftverflüssigung zurück. *Linde* hat schnell und klar die sämtlichen Anwendungsmöglichkeiten der flüssigen Luft erkannt. Abgesehen davon, daß der Physik, Chemie und Medizin das bequeme Experimentieren bei Temperaturen bis etwa -200°C ermöglicht wurde, hat sich als besonders fruchtbar erwiesen die Gewinnung von Sauerstoff und Stickstoff durch fraktionierte (d. i. getrennte) Verdampfung. Diese beruht darauf, daß die Luft ein Gemisch von Gasen verschiedenen Siedepunktes ist. Der in ihr enthaltene Sauerstoff verdampft bei -183° , der Stickstoff bei -196° ; letzterer ist also flüchtiger, und die flüssige Luft wird allmählich sauerstoffreicher, ihr Verdampfungsprodukt ist stickstoffreicher. Der bereits erwähnte erste Bericht über die Luftverflüssigung, den Prof. *Schröter*

erstattete, war betitelt: *Lindes* Verfahren der Sauerstoffgewinnung mittels verflüssigter Luft¹⁾. In diesem Titel ist schon ein Teil des Programms enthalten, dessen Ausführung *Linde* nun in Angriff nahm, nämlich Gase aus verflüssigten Gasgemischen darzustellen. Aus diesem Programm entwickelte sich im Laufe der letzten 20 Jahre unter der Führung der Lindegesellschaft und unter Leitung deren neuer „Abteilung für Gasverflüssigung“ durch *Linde* selbst, der damit wieder ins industrielle Leben gerissen wurde, eine Kältetechnik sehr tiefer Temperaturen von vielleicht noch größerer Bedeutung, als die Kältetechnik mäßig tiefer Temperaturen gewesen war und heute noch ist.

Es liegt nun nahe, zu fragen, ob denn die erwähnte Art der Gasdarstellung wirtschaftlich ist. Dies scheint nicht der Fall zu sein, wenn jedes Gasgemisch mit großem Arbeitsaufwand verflüssigt werden muß, ehe man zur Trennung schreiten kann. Gelang es nicht, diesen Arbeitsaufwand zu vermeiden, so war die Trennung der Gase zwar ein physikalisch interessantes Experiment, aber wirtschaftlich nicht zu brauchen. Wiederum erkannte *Linde* im Gegenstromprinzip das Mittel, das zum Ziele führte. Er verwendete nach Verflüssigung eines gewissen Luftquantums den aufsteigenden Dampf zur Abkühlung und Verflüssigung der frisch zuströmenden Luft und erhielt so einen Verflüssigungs- und Verdampfungsprozeß, bei dem nur die Kälteverluste zu decken waren. Auf diese Weise gelang es zunächst, sauerstoffreiche Gemische ziemlich wirtschaftlich herzustellen. *Linde* hat natürlich sofort auch quantitativ die Zusammensetzung der Gemische festgestellt²⁾, und dabei gefunden, daß, um sehr sauerstoffreiche Gemische zu erhalten, ein großes Quantum der Flüssigkeit zuerst wegverdampfen muß, die Wirtschaftlichkeit also aus diesem Grunde zu gering wird. Aber auch diese Schwierigkeit wurde überwunden durch das sog. Rektifikationsverfahren, das „praktisch reinen“ Sauerstoff zu erzeugen gestattet. In einem zylindrischen, zur Erzielung großer Oberflächen z. B. mit Glasperlen ausgefüllten Gefäß, der „Rektifikationssäule“, rieselt Luft herab; ihr strömt Sauerstoff entgegen, welcher sich vermöge seines höheren Siedepunktes kondensiert und dann herabfließt, während der durch die freierwerdende Kondensationswärme verdampfte Stickstoff oben mit noch etwa 7 % Sauerstoffgehalt abgeführt wird. *Linde* konnte über dies Verfahren auf der 43. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure zu Düsseldorf im Jahre 1902 ausführlich berichten³⁾, und die Lindegesellschaft war

¹⁾ *L. Holborn* und *M. Jakob*, Über die spezifische Wärme c_p der Luft zwischen 1 und 200 Atmosphären. Sitzungsber. d. k. preuß. Ak. d. Wiss. 1914, S. 213. *F. Noell*, Die Abhängigkeit des Thomson-Joule-Effektes für Luft von Druck und Temperatur bei Drücken bis 150 at und Temperaturen von -55° bis $+250^\circ \text{C}$. Forschungsarb. a. d. Gebiete d. Ingenieurwesens. Heft 184, S. 1, 1916.

²⁾ *M. Schröter*, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 39, S. 1157, 1895.

³⁾ *C. Linde*, Über Vorgänge bei Verbrennung in flüssiger Luft, Sitzungsber. d. k. bayer. Ak. d. Wiss., 29, S. 65, 1899.

⁴⁾ *C. Linde*, Sauerstoffgewinnung mittels fraktionierter Verdampfung flüssiger Luft. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 46, S. 1173, 1902.

nun in der Lage, sauerstoffreiche Gemische und fast völlig reinen Sauerstoff in großen Mengen zu liefern.

Als wichtigstes Anwendungsgebiet des Sauerstoffs kam zunächst das Schweißen und Schneiden mit Stichflammen in Betracht, dann aber auch das Sprengen. *Linde* hat schon 1897 ein Patent angemeldet, in welchem angegeben war, daß ein Gemisch aus flüssiger Luft, die durch Verdampfen von Stickstoff sehr sauerstoffreich geworden, mit oxydierbaren Substanzen, wie Holzkohle, sich ähnlich wie Dynamit verhält. Versuche, welche die gewaltige Sprengwirkung des „Oxyliquit“ genannten Sprengstoffes erwiesen, hat *Linde* in dem bereits erwähnten Akademiebericht (s. S. 421, Fußnote 2) beschrieben. Die Möglichkeit der Verwendung der flüssigen Luft zu Sprengzwecken hat seinerzeit großes Aufsehen erregt. Der Sprengstoff konnte sich jedoch zunächst nicht recht einführen, wohl hauptsächlich wegen der Abnahme der Sprengkraft, die durch die Verdampfung der Flüssigkeit in der Sprengpatrone vor dem Abschluß bedingt ist. Erst im Laufe des Krieges hat sich, wie *Linde* mitteilt, ein ungeheurer Bedarf flüssigen Sauerstoffs für Sprengzwecke, besonders im Bergbau, geltend gemacht, der durch große Neuanlagen zu decken war. Die damit erzielten Erfolge lassen *Linde* die Verwendung des flüssigen Sauerstoffs zu Sprengzwecken auch für die Friedenszeit erhoffen¹).

Während zunächst die Industrie nur reinen Sauerstoff verlangt hatte, trat bereits im Jahre 1904 auch das Bedürfnis nach reinem Stickstoff in der chemischen Industrie zutage. Der im Rektifikationsverfahren gewonnene Stickstoff von 7 % Sauerstoffgehalt (s. S. 421) war also noch zu reinigen. Durch besondere Anordnungen der Fraktionier- und Rektifikationskolonnen, auf die hier nicht eingegangen werden kann, gelang auch diese Aufgabe. Zum Glück unseres Landes; denn gerade im Krieg hat auch die Stickstoffproduktion eine ungeahnte Bedeutung erlangt. Es sind sowohl für die Munitionserzeugung als für Düngungsmittel außerordentliche Mengen Stickstoffverbindungen nach den verschiedenen neueren Verfahren herzustellen. *Linde* berichtet von Anlagen, die stündlich viele tausend Kubikmeter

Stickstoff nach seinem Verfahren aus der atmosphärischen Luft gewinnen; durch deren Weiterverarbeitung werden größere Mengen Stickstoffverbindungen herzustellen sein, als der früheren Einfuhr von Chilisalpeter entsprach. Bei einem Verfahren, bei dem der Stickstoff durch Sauerstoffzufuhr oxydiert wird, werden auch Tausende Kubikmeter Sauerstoff in einer Stunde der Luft beigemischt, um die Ausbeute des Flammenofens zu erhöhen.

Zu der Darstellung von Sauerstoff und Stickstoff im großen ist endlich auch noch die Gewinnung von Wasserstoff aus dem Wassergas durch „partielle Kondensation“ nach dem „Linde-Frank-Caro-Verfahren“ getreten. Es soll hier nur erwähnt werden, daß dabei die im Wassergas enthaltene Kohlensäure in Wasser unter Druck absorbiert, das Kohlenoxyd verflüssigt wird und der gasförmige Wasserstoff übrig bleibt. Auch dieses Verfahren hat bereits in größtem Maßstab für Ammoniakbereitung Verwendung gefunden.

Abgesehen von den im Obigen kurz dargestellten physikalisch-technischen Arbeiten, die in der Kälteversuchsstation in München begonnen und in einer im Jahre 1901 errichteten Versuchstation in Höllriegelskreuth bei München fortgesetzt wurden, war natürlich jetzt wieder eine Unsumme industrieller und kaufmännischer Arbeit zu leisten; es war insbesondere für die Herstellung und den Vertrieb des Sauerstoffes eine viele Länder umspannende Organisation zu schaffen. Ferner mußten in jahrelangen Rechtskämpfen die neuen Patente verfochten werden. *Linde* hatte somit — wenn auch durch bewährte Mitarbeiter unterstützt — eine ungeheure Arbeitslast zu tragen.

Dennoch fand er noch die Kraft und Zeit zu einer regen Tätigkeit außerhalb seines Hauptwirkungskreises. So ist er seit Jahrzehnten eines der bedeutendsten und tätigsten Mitglieder des Vereins deutscher Ingenieure, er ist einer der Gründer und der Vorsitzende des Bayerischen Dampfkesselrevisionsvereins, Mitglied der Kgl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften und einer der Stifter des Deutschen Museums in München. Mehreren physikalisch-technischen Forschungsinstituten hat er seine Erfahrung, seine Arbeitskraft, seine Mittel und seinen Einfluß zur Verfügung gestellt: Er gehört seit 1895 dem Kuratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und seit 1899 dem Kuratorium der Jubiläumstiftung der deutschen Industrie¹) an und war im Jahre 1898 hervorragend beteiligt an der Gründung der Göttinger Vereinigung für angewandte Physik und Mathematik. Um die Technische Hochschule München, die ihm schon, wie erwähnt, die Gründung des Laboratoriums für theoretische Maschinenlehre

¹) Diese Hoffnung dürfte nicht enttäuscht werden. Im Berliner Bezirksverein des Vereins deutscher Ingenieure hat Bergassessor *Lisse* vor wenigen Tagen (am 6. 6. 17) einen Vortrag über „Die flüssige Luft und ihre Verwendung als Sprengmittel“ gehalten. Danach stellen sich die Sprengkosten mit flüssiger Luft im Bergbau heute viel niedriger, als die äquivalenten Kosten für andere Sprengmittel im Friedensjahr 1913 betragen. Die Verwendung des flüssigen Sauerstoffs zur Sprengung bemißt sich bereits nach vielen Tausenden Tonnen, die Ersparnis an Sprengkosten nach vielen Millionen Mark. Nach den Angaben des Vortragenden dürfte der größte Teil der gesamten bisherigen Sprengstoffherzeugung durch die Erzeugung flüssigen Sauerstoffs auch im Frieden ersetzt bleiben.

¹) Seiner Anregung in diesem Kreis entsprang z. B. die Gründung der Versuchsanstalt für Luftschrauben in Lindenberg, welche später (1912) der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt überwiesen wurde.

verdankte, hat er sich bei der Errichtung des Laboratoriums für technische Physik im Jahre 1902 nicht weniger verdient gemacht. *Linde* hatte stets die Ansicht verfochten, daß gewisse physikalische Untersuchungen nur durch das Zusammenwirken von Physiker und Maschineningenieur erfolgreich gelöst werden können. Dem Laboratorium für technische Physik, das solcher Gemeinschaftsarbeit gewidmet ist, hat er viele Jahre lang die Räume der Kälteversuchsstation in München nebst Einrichtung überlassen, er hat — dem Laboratoriumsvorstand, dem Physiker Prof. *Oscar Knoblauch*, als technischer Beirat zur Seite gestellt — wichtige Versuche¹⁾ angeregt und dem Laboratorium die Mittel zu diesen Versuchen aus Kreisen und Stiftungen der Technik verschafft.

Der physikalisch-technischen Forschung, der Wurzel seiner Erfolge, gehört *Lindes* stärkstes Interesse bis auf den heutigen Tag. Die vorbildliche Vereinigung von Physiker und Techniker sah er in *Victor Regnault*. Er selbst aber ist über sein Vorbild hinausgewachsen; denn zu den Forscherereigenschaften *Regnaults* fügten sich in ihm die Qualitäten des Erfinders und des Kaufmanns. So verkörpert er einen neuen Typ unseres technischen Zeitalters, den wir in gleicher Vollkommenheit nur noch in *Werner Siemens* vor uns sahen, die Personalunion des Naturforschers, Technikers und Industriellen. Ein Unternehmertum wie das von *Linde* (oder das von *Siemens*), dem die wissenschaftlichen Grundlagen seiner Erfolge stets ebensoviel und mehr galten als die Erfolge selbst, mußte freibleiben von allem „Amerikanismus“; es behielt wesentlich deutsche Züge. Zu diesen rechne ich auch, daß *Linde*, so sehr er in seiner wissenschaftlich-technischen Tätigkeit aufging, doch selbst *darin* nicht unterging. Aus der Zeit, da er — ein Gymnasiast — für „höheres Menschentum“ glühte, da er — ein Jüngling — das Glück hatte, zu Männern wie *Billroth*, *Brahms*, *Gottfried Keller*, *Fr. Th. Vischer* in persönliche Beziehungen zu treten, hat er durch alle Fährnisse des Berufslebens die Seele bewahrt: Im Streben nach Naturerforschung und Naturbeherrschung hat er nicht die Freude an naiver Naturbetrachtung verloren, bei aller wissenschaftlichen Arbeit nicht die Genußfähigkeit für Werke der Kunst, besonders der Musik, verlernt, und über der Liebe zu seiner Familie nicht der allgemeinen Liebe zu den Menschen vergessen. Dem Bild des Lebens und Wirkens dieses Mannes, das der Verfasser zu entwerfen bemüht war, fehlte ein nicht unwesentlicher Zug, wenn diese Eigenschaften ganz unerwähnt blieben. —

Zu *Lindes* 75. Geburtstag aber sei auch hier der Wunsch ausgesprochen, es möge ihm vergönnt sein, sich seines für Naturwissenschaft, Technik und Volkswirtschaft gleich ersprißlichen Le-

benswerkes noch viele Jahre zu freuen, und daß ihm die Frische erhalten bleibe, es noch zu fördern und zu mehren, wie bis heute. Dem Vaterlande aber mögen nie Männer fehlen, wie *Carl von Linde*!

Besprechungen.

Foerster, Karl, Vom Blütengarten der Zukunft. Das neue Zeitalter des Gartens und das Geheimnis der veredelten winterfesten Dauerpflanzen. Ausstattung, Drucküberwachung und Einband durch Prof. *F. H. Ehmcke* (München). 161 S., 36 ganzseitige Schwarzweißbilder und 10 nach farbigen Aufnahmen hergestellte Vierfarbdrucktafeln. Quartformat. Berlin, Frickeverlag, 1917. Preis kart. M. 4,—, geb. M. 6,—.

Der Verfasser will Freunde für den „neuen“ Blütengarten werben, d. h. den mit Stauden gefüllten, der einen überraschend geringen Aufwand an gärtnerischer Arbeit mit unerhörter Fülle farbiger Genüsse lohnt. Poetisch beschwingtes Wort und die geschmackvolle Auswahl hervorragend schöner farbiger Abbildungen sollen zu einem Versuch ermutigen und namentlich den „Menschen in den Lazaretten und Gefangenenlagern, denen dieses Buch zugeeignet ist“, die Wege zum Genuß der Garten- und Blütenwelt weisen. *Foerster* führt Klage über die unverdient geringe Beachtung, welche die neuen Formen, mit welchen die letzten 10 bis 15 Jahre bekannt gemacht haben, bei den Gartenfreunden bisher finden und die allzu geringe Auswertung des „Blütengartens der Zukunft“ seitens der Künstler — nicht nur der Gartenkünstler. Sehr beachtenswert ist, was der Verfasser über die Bepflanzung des — in bescheidenen bürgerlichen Maßen gehaltenen — „architektonischen“ Gartens sagt; allerdings empfiehlt er — wohl um seinen Lieblingen zu gesteigerter Wirkung zu verhelfen —, wenn irgend möglich, nie den ganzen Garten nur dem „regelmäßigen“ oder nur dem „naturgemäßen“ Stil zu unterwerfen. Wiederholt kommt Verfasser auf die richtige Kombination der Farben zu sprechen und gibt viele Proben für wirkungsvolle Zusammenstellungen.

E. Küster, Bonn.

Stoklasa, J., Das Brot der Zukunft. Jena, Gustav Fischer, 1917. IX, 189 S., 7 Tafeln und 1 Fig. Preis M. 6,—.

„Das Brot,“ sagt der Verfasser, „ist wieder etwas Lebendiges geworden, etwas Gegenständliches, seitdem man sich um sein Schicksal sorgt wie um das eines lebendigen Menschen,“ und die Brotfrage ist eine der dringlichsten, die die Zeit uns stellt. *Stoklasa* beleuchtet sie vom botanischen, technischen, volkswirtschaftlichen und namentlich vom ernährungsphysiologischen Standpunkt aus. Mit besonderer Berücksichtigung der in Österreich-Ungarn vorliegenden Verhältnisse werden die Produktion und der Import erläutert, die verschiedenen Kriegsbrotarten und Zusatzmehle behandelt (Hafer, Mais, Kartoffel, Edelkastanie, Eichel, Luzernheu u. a.). Das „Brot der Zukunft“ sieht der Verfasser in einem nach *Finklers* Prinzipien hergestellten „Finalmehl“-Brot: Finalmehl enthält bis 17 % Rohprotein, 5,66 % Fett, 50,32 % Stärke, 9,50 % Zellulose, 9,16 % Reinasche (4,14 % Phosphorsäureanhydrid). Die Bedeutung der „biogenen“ Elemente P, S, Cl, Fl, K, Na, Mg und Fe erläutert Verfasser eingehend; bei der Beurteilung der Bedeutung des

¹⁾ so die Bestimmung des spezifischen Volumens und der spezifischen Wärme des überhitzten Wasserdampfes und die des Thomson-Joule-Effektes für Gase.

Kaliums für den menschlichen Organismus stützt er sich auf die Ergebnisse pflanzenphysiologischer Untersuchungen: die Bedeutung der K-Ionen liege in ihren Beziehungen zum Atmungsprozeß der Zelle. Außer durch hohen Aschegehalt wird das Finalmehl durch seinen Reichtum an Fermenten ausgezeichnet.

E. Küster, Bonn.

Pliger, R., Die Meeresalgen. G. Lindau, Kryptogamenflora für Anfänger. 4. Bd., 3. Abt. Berlin, J. Springer, 1916. V, 29 und 125 S. und 183 Figuren. Preis M. 5,60.

In dieser Abteilung der Kryptogamenflora werden die Rot- und Braunalgen beschrieben, nachdem die z. T. auch im Meere vorkommenden Grünalgen in der dritten erledigt worden sind. „Das berücksichtigte Gebiet umfaßt die Ostsee und Nordsee, soweit die deutschen Küsten reichen, und das Adriatische Meer in seinen nördlichen Teilen.“ Der deutsche Sammler wird also das finden, was er braucht. Der eigentlichen systematischen Übersicht gehen Abschnitte voraus über die Verbreitung der Meeresalgen unter Berücksichtigung der Standorts- und Wasserverhältnisse, über die Organisation des Algenkörpers, die Fortpflanzung der Braun- und Rotalgen, den Generationswechsel und das Sammeln und Bearbeiten der Meeresalgen. Vermißt werden Angaben über Kulturversuche und die Physiologie der Meeresalgen. Bei den Bestimmungstabellen werden teilweise von dem Aufbau oder der physikalischen Beschaffenheit des „Sprosses“ hergenommene Merkmale verwendet. Das Büchlein scheint recht brauchbar zu sein.

E. G. Pringsheim, Halle.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft. (Berliner Zweigverein.)

Niederschlag, Abfluß und Wasseraufnahme des Bodens. — Vorführung einiger neuer Instrumente zur Wind- und Höhenmessung. — Über die Ausbreitung des Schalles in der Atmosphäre.

In der Sitzung vom 3. April sprach Prof. Dr. **Karl Fischer** über **Niederschlag, Abfluß und Wasseraufnahme des Bodens**. Die Abflußmenge der Flüsse setzt sich aus Abfluß auf der Erdoberfläche und Speisung aus Grundwasser zusammen. Der Oberflächenabfluß nimmt bei unseren Flüssen im allgemeinen nur Tage oder Wochen in Anspruch. Nur auf ihn angewiesen, würden bei längerer Trockenheit also nicht nur kleine Gerinne, sondern auch unsere Hauptströme versiegen. Hiervor schützt sie die Grundwasserspeisung. In dieser können noch Niederschläge wirksam sein, die vor mehr als Jahresfrist gefallen sind. Sie ist deshalb nur langsamen Schwankungen unterworfen und bildet gleichsam den Grundstock der Wasserführung, auf den sich der von Tag zu Tag veränderliche Oberflächenabfluß aufsetzt.

Die Veränderungen, die der Durchgang des Wassers durch den Boden in den Beziehungen zwischen Niederschlag und Abfluß hervorruft, hat *Halbfaß* nach dem Unterschiede zwischen dem Abflußverhältnis des Winters und dem des Sommers bemessen wollen. Daß im Sommer (Mai/Okt.) trotz größerem Niederschlag weniger abfließt als im Winter (Nov./April), führt er also darauf zurück, daß im Sommer soviel Wasser, wie zur Erreichung des mittleren Abflußverhältnisses des Gesamtjahres fehlt, vom Boden verschluckt wird, worauf diese Menge im Winter an die Flüsse abge-

geben wird und hierdurch das Abflußverhältnis über das des Gesamtjahres hebt (Naturwiss. Wochenschr. 1916, Nr. 43). Dies kann aber schon deshalb nicht zutreffen, weil das Grundwasser bei uns im allgemeinen im Winter steigt und im Sommer fällt. *Halbfaß* hat außer acht gelassen, daß im Sommer ein weit größerer Bruchteil des Niederschlages verdunstet, als im Winter, zumal wenn der Wasserverbrauch der Pflanzen in die Verdunstung einbezogen wird. Wenn man den jährlichen Gang der Verdunstung berücksichtigt, indem man das von *Penck* für Böhmen benutzte Verfahren (Geogr. Abh. Bd. 5, H. 5, Wien 1896) auf andere Flußgebiete ausdehnt, so ergibt sich, daß im Landklima Mitteleuropas der Boden allgemein erst gegen den Herbst hin Wasser aufzuspeichern beginnt, das dann von Februar oder März ab den Flüssen zugute kommt. „In der kühlen Jahreszeit füllen sich die Grundwasseransammlungen und Quellgänge, welche in der warmen die Flüsse speisen“ (*Penck*). Die Schneeaufspeicherung ist hierbei zur Wasseraufnahme des Bodens hinzuzurechnen.

Am einfachsten werden alle Beziehungen von *Brückners* Standpunkt aus, wonach die Flußgebiete im wesentlichen nur so viel Niederschlag von außen empfangen, wie die Flüsse wieder ausführen, während die überschießenden Mengen größtenteils dem sich erst im Gebiet selbst entwickelnden „kleinen Kreislauf“ entstammen, dessen Niederschläge keine wirkliche Einnahme für den Wasserhaushalt der Flußgebiete bilden, sondern gleichsam nur durch dessen Kasse hindurchgehen. Dieser kleine Kreislauf ist aber im Sommer, wie die Gewitter- und Platzregen beweisen, viel lebhafter als im Winter. Die Niederschläge des Sommers haben also einen weit kleineren Abflußwert als die des Winters. (Die Naturwissenschaften 1916, H. 23, S. 309 bis 315.) Von diesen Erwägungen aus wird man *Ules* Meinung, *Penck* habe die Sommerverdunstung zu hoch veranschlagt, kaum teilen können. (*Ule*, Niederschlag und Abfluß in Mitteleuropa, Forschgen. z. deutsch. Landes- u. Volkskde, Bd. 14, H. 5.)

Daß *Pencks* Verfahren die Zeiten überwiegender Wasseraufnahme oder -abgabe des Bodens zutreffend ergibt, wird bestätigt durch das Verhalten der Wasserstände im Kreislauf des Jahres, namentlich durch die Verteilung und Abstufung der Niedrigwasser, ferner durch die Beobachtungen über die Versickerung und den Wasserverbrauch der Pflanzen, der in der Zeit des Wachstums durch die bloßen Regenmengen kaum gedeckt wird, auch durch die Zerlegung des Abflusses in Oberflächenabfluß und Grundwasserspeisung. (*Wundt*, Niederschlag und Abfluß, speziell im oberen Neckargebiet, Jahreshfte d. Ver. f. Vaterl. Naturkde. in Württemberg 1910.)

Die Wassermenge, die sich in der Aufspeicherungszeit im Erdboden ansammelt und in den folgenden Monaten in die Flüsse übergeht, scheint im Landklima Mitteleuropas meist $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der jährlichen Abflußmenge zu betragen.

In der Sitzung am 8. Mai zeigte und erklärte Professor Dr. von dem Borne einige Instrumente zur Messung der Höhenänderungen in Luftfahrzeugen — kurz Variometer genannt — und einige Windmesser. Variometer für Luftfahrzwecke hat man bisher mit Flüssigkeitsmanometern versehen; es ist dem Vortragenden gelungen, sie zu Zeigerinstrumenten mit Membranen nach Art der Aneroide umzuwandeln. Stahlplatten haben hierfür zu große Trägheit, aber durch organische Membrane, welche mit Federstahl gekuppelt sind, läßt sich

genügende Empfindlichkeit erzielen. Temperaturwirkungen werden durch eine doppelte Hülle aus isolierenden Materialien ausgeglichen.

Die Windmesser sind nach dem Staurohrprinzip gebaut; sie haben die Form eines neuzeitlichen Luftschiffes mit einer Öffnung vorn zur Aufnahme des dynamischen Druckes und einem seitlichen Ringschlitz für die Messung des statischen Druckes. Die Beziehung zwischen dem Druck p in mm Wassersäule und der Windgeschwindigkeit v in km/Stunde lautet für diese Instrumente

$$p = v^2 / 200.$$

Der Einfluß der Luftdichte läßt sich durch Benutzung verschiedener Skalen berücksichtigen oder durch eine Kompensation gegen Luftdruck beseitigen. Die Windfahne ist ganz kurz mit nach oben stehendem Flügel, um die Masse möglichst dicht an der Drehachse zu vereinigen, um also die Schwingungsdauer und damit das Trägheitsmoment zu verkleinern. Die Verbindung zwischen Staurohr und Zuleitungsrohr ist nicht durch Quecksilber, sondern durch eine eigenartige Stopfbüchse abgedichtet. Zur Aufzeichnung werden Variometer der vorher beschriebenen Form, jedoch von wesentlich geringerer Empfindlichkeit benutzt. Durch Verkleinerung des messenden Systems und Verwendung gleichartiger Materialien ist eine Temperaturkompensation so gut wie vollkommen erreicht; zur Eichung und für besonders feine Messungen ist ein Thermostat mit zwei doppelwandigen Gefäßen, deren Hohlraum evakuiert wird, gebaut. Ein Geschwindigkeitsmesser mit zwei Membranen hat sich in Flugzeugen bewährt. Das Diagramm zur Aufzeichnung der Geschwindigkeit hat eine empirische Teilung; Anschläge für den Schreibhebel reduzieren gewissermaßen das Verhältnis zwischen Druck und Quadrat der Geschwindigkeit. Zum Schluß wurde noch ein zum Eichn benutztes Mikromanometer mit verschiedenen einstellbaren Neigungen gezeigt. Bei den bisherigen Instrumenten dieser Art ändert sich der Nullpunkt, wenn man die Größe der Übersetzung ändert; der Vortragende hat diese Unbequemlichkeit dadurch vermieden, daß der Drehpunkt des Manometerschenkels in die horizontal liegende Achse des zylindrisch geformten Vorratsgefäßes verlegt ist.

In einer zweiten Mitteilung besprach Professor von dem Borne seine schon im Jahre 1910 vorgetragene Theorie über die **Ausbreitung des Schalles in der Atmosphäre** (Phys. Zeitschr. 11, 483, 1910). Die Erscheinung, daß sich in der Nähe der Schallquelle ein unregelmäßig begrenztes Gebiet normaler Hörweite und außer diesem ein sehr viel ausgedehnteres, durch die „Zone des Schweigens“ getrenntes Gebiet abnormaler Hörweite ausbildet, kann nach dem Vortragenden durch Schallbrechung infolge vertikaler Temperaturverteilung, Änderung der Windgeschwindigkeit oder Totalreflexion nicht genügend erklärt werden, sondern es müssen die Geschwindigkeitsunterschiede der Schallstrahlen berücksichtigt werden, welche eintreten, wenn sich das Molekulargewicht der Luft ändert. In den unteren Luftschichten, in denen die Temperatur nach oben abnimmt und das Molekulargewicht praktisch konstant bleibt, sind die Schallstrahlen nach oben konkav; in den oberen Schichten aber nimmt der Partialdruck der leichten Gase, namentlich Wasserstoff, im Verhältnis zum Gesamtdruck zu, das Molekulargewicht sinkt, die Schallgeschwindigkeit wird größer und die Schallstrahlen krümmen sich nach unten. Der Vortragende wünschte seine Auffassung lediglich als Arbeitstheorie betrachtet zu wissen und verzichtete auf die Erörterung, inwieweit sie bei der Erklärung der

natürlichen Vorgänge eine Rolle spielt; es schien ihm aber wichtig, zu zeigen, daß sich seine früheren Betrachtungen dahin erweitern lassen, aus der beobachteten abnormalen Hörweite des Schalles die Wasserdampfkonzentration an der Erdoberfläche zu berechnen.

Deutsche ornithologische Gesellschaft.

In der Sitzung am 7. Mai d. J. im Architektenvereinshaus zu Berlin gedachte Professor *Schalow* des verstorbenen Sanitätsrats Dr. *Horst Brehm*, eines Sohnes des großen Naturforschers. *Horst Brehm* ist in früherer Zeit Mitglied der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft gewesen. Herr Dr. *Helfer* hielt einen Vortrag über **die Kläranlagenfauna und ihre Bedeutung, mit besonderer Berücksichtigung der Vogelwelt**. Der Vortragende gab zunächst eine eingehende Schilderung von dem Zweck und dem Wesen der Kläranlagen, die in Rieselfeldern, Fischteichen oder besonderen Reinigungsbecken bestehen. In den Kläranlagen treten Insekten, Würmer und Schnecken in gewaltigen Mengen auf, und zwar hauptsächlich Mücken, Schmetterlingsfliegen (Psychodaarten), Regenwürmer und Nachtschnecken (Limaxarten). So üben die Kläranlagen eine große Anziehungskraft auf die Vogelwelt aus, die infolgedessen sehr zahlreich vertreten ist. Im ganzen beobachtete der Vortragende bisher 72 Vogelarten an den Kläranlagen, unter denen die Singvögel, besonders Rotschwänzchen, Rotkehlchen, Grasmücken, Fliegenfänger, Bachstelzen, Viehstelzen, Zaunkönig, Star, Amsel, Meisen, Schwalben, Pieper, Ammern und Finkenarten die Hauptrolle spielen. Von anderen Vögeln sind hervorzuheben: Fasan, Rebhuhn, Birkhuhn, Stockente, Gans, Lachmöwe, Kranich, Bekassine, Flußregenpfeifer, Sumpfohreule, Steinkauz, Fischadler, schwarzer Milan, Turmfalk. Das reiche Vogelleben lockt gefiedertes und vierbeiniges Raubzeug an, so daß Sperber, Krähe, Elster, Dohle, Eichelheher sowie Iltis und Wiesel häufig in der Umgebung der Kläranlagen angetroffen werden. Besonders günstige Nahrungsplätze für insektenfressende Vögel bieten die Becken, in denen das Vörrereinigungsverfahren stattfindet. Hier bildet sich an der Oberfläche eine starke Schlammsschicht, die von Würmern und Insekten wimmelt und für Vögel bis Krähengröße tragfähig ist. Im Winter frieren die Klärbecken infolge der bei dem organischen Reinigungsprozeß entstehenden Wärme nicht zu, was den Vögeln zu großem Vorteil gereicht. Der Vortragende wies ferner darauf hin, daß durch Anpflanzen von Vogel-schutzgehölzen die Bedeutung der Kläranlagen für die Vogelwelt noch wesentlich erhöht werden kann. Solche Anpflanzungen haben zugleich den Vorteil, daß brachliegendes Gelände ausgenutzt und die Geruchsbelästigung vermindert wird, die Anlagen selbst verschönert und dem Auge des Publikums entzogen werden, sowie die Insektenplage infolge der sich zahlreich ansiedelnden Singvögel verringert wird. In Hamburg sind bereits die Kläranlagen mit Vogelschutzgehölzen bepflanzt worden. In Eberswalde und München-Gladbach sind derartige Anlagen beschlossen worden, die nach dem Kriege zur Ausführung gelangen sollen. Am Schluß seines Vortrages machte Dr. *Helfer* darauf aufmerksam, wie die Kläranlagen ein schönes Beispiel dafür sind, daß die Kultur, die so oft als Feindin der Natur auftritt, auch einmal zugunsten des Naturschutzes wirken kann.

Herr Geheimrat *Reichenow* besprach hierauf die über Südamerika verbreitete, aus 15 Arten bestehende

Gattung *Sycalis*, der kleine girnitzähnliche Vögel angehören.
F. von Lucanus, Berlin.

Botanische Mitteilungen.

Über den anatomischen Bau der Wurzelhaube einiger Glumifloren und seine Beziehungen zur Beschaffenheit des Bodens (*Rasch, Beitr. z. allg. Botanik Bd. I, 1916*). Im allgemeinen zeichnen sich die Wurzelhauben der Pflanzen durch außerordentlich zarte Zellwände aus. *Rasch* konnte nun feststellen, daß diese Regel bei einer Reihe von Glumifloren (Gramineen und Cyperaceen) durchbrochen wird. Es wurden 30 verschiedene Arten untersucht, und davon wiesen 16 außerordentlich stark verdickte Membranen auf. Die Verdichtungsschichten bestanden nicht aus reiner Zellulose, sondern enthielten wahrscheinlich größere Beimengungen von Pektinsubstanzen. Eine Berücksichtigung der Standortverhältnisse, an denen die einzelnen Arten zu wachsen gewohnt sind, ergab nun, daß ganz bestimmte Gesetzmäßigkeiten bestehen. Hygrophyten, die feuchten Boden bevorzugen, wiesen fast durchweg normales Verhalten auf, während Xerophyten und Dünenpflanzen verdickte Wurzelhauben besaßen. Dies hat wohl seine doppelte Ursache. In dem trockenen Boden sollen die Wurzeln vor dem Austrocknen geschützt werden. Dazu kommt aber noch, daß der Sand dem Eindringen der Wurzeln große mechanische Widerstände entgegensetzt. Nun vermag ja schon ein nicht verdicktes Gewebe durch Turgorspannungen solchen Widerständen in sehr wirksamer Weise entgegenzuarbeiten. Das setzt aber voraus, daß sich die Zellen ständig in hohem Spannungszustande befinden, eine Bedingung, die bei den häufig dem Wassermangel ausgesetzten Wurzeln der Xerophyten keineswegs erfüllt ist. Deshalb wird hier die Turgorenergie durch mechanische Versteifung ersetzt. Von Bedeutung sind in dieser Hinsicht Kulturversuche, die *Rasch* mit *Carex arenaria*, *C. hirta* und *Elymus arenarius*, lauter typischen Sandpflanzen, anstellte. Diese Objekte wurden in ein Gemisch von Torfmoos und Gartenerde eingepflanzt und reichlich begossen. „Die Ausbildung von Zellwandverdickungen ist bei der Kultur in feuchtem, lockerem Erdreich völlig unterblieben.“ Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß manche der untersuchten Sandriedgräser (*Carex arenaria*, *C. hirta* u. a.) zweierlei Wurzeln besitzen: dünne, reich verzweigte „Nährwurzeln“, die kurz bleiben und nach allen Richtungen des Raumes ausstrahlen, und außerordentlich lange, wenig oder gar nicht verzweigte „Haftwurzeln“, die schräg oder senkrecht in die Tiefe wachsen und dazu dienen, der Pflanze einen möglichst festen Halt zu geben. Es steht nun durchaus im Einklang mit der vom Verfasser gegebenen Erklärung, daß in diesen Fällen bloß die Haftwurzeln Membranverdickungen aufweisen. Denn die Nährwurzeln haben bei weitem nicht so viel mechanische Arbeit zu leisten.

Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und Erblichkeit bei *Phycomyces nitens* Kunze I. (*H. Burgeff, Flora, N. F. 7, 1915*.) *Burgeff* fand, daß im Gegensatz zu den bisherigen Erfahrungen *Phycomyces nitens* in Kulturen äußerst variabel ist. Es gelang ihm, aus reinen Stämmen (Stamm *Stahl* + und —, Stamm *Claussen* + und —) eine Reihe der verschiedenartigsten Varianten zu gewinnen. Besonderes Interesse verdient die var. *plicans* und var. *piloboloides*. Var. *plicans* unterscheidet sich

vom Typus hauptsächlich dadurch, daß der Sporangiumstiel wenige mm unterhalb des Sporangiums eine kropfartige Anschwellung besitzt und daß die Kolonien durch ihren leichten Wuchs den Agar zur Faltung bringen („plicans“). Die Form ist aber nicht konstant. Schon auf vegetativem Wege kann bei der Ausbreitung eines Mycels explosionsartig an bestimmten Stellen eine Rückkehr zum nitens-Typus stattfinden. Bei längerer Kultur auf einer Agarplatte kehrt aber das ganze Mycel zum Ausgangspunkt zurück. Ebenso liefern die Sporen eines *plicans*-Sporangiums nicht etwa lauter *plicans*-Mycelien, sondern neben verschiedenen Übergangsstufen auch nitens rein. *Burgeff* erklärt diese Verhältnisse dadurch, daß er in einem solchen *plicans*-Mycel zweierlei Kerne annimmt: *plicans*-Kerne und unveränderte nitens-Kerne. Entsprechend dem raschen Wachstum der nitens-Form sollen sich auch die nitens-Kerne in schnellerer Folge teilen. Mit dieser Hypothese lassen sich die geschilderten Vorgänge leicht deuten. Die allmähliche Rückkehr des Mycels zur Normalform ist bedingt durch das fortschreitende Überwiegen der nitens-Kerne. Das spontane Herausspalten der Stammform kommt dadurch zustande, daß in eine Seitenhype mitunter ausschließlich oder fast ausschließlich nitens-Kerne gelangen. Ebenso liefern die Sporen dann den nitens-Typus, wenn unter den 6–10 normalerweise vorhandenen Kernen nitens-Kerne dominieren. Wichtig ist, daß „plicans“ nur in „heterokaryotischem“ Zustand bekannt ist. Reine *plicans*-Formen, die bloß *plicans*-Kerne enthalten und daher konstant bleiben, wurden nicht gefunden. Die zweite Form var. *piloboloides* ist dem Typus gegenüber wesentlich dadurch gekennzeichnet, daß die Sporangienträger unmittelbar unterhalb des Sporangiums blasenförmig angeschwollen sind (wie *Pilobolus*), und daß sie durch sympodiale Verzweigung weitere Sporangien bilden. Hinsichtlich ihrer Konstanz verhält sie sich in den meisten Punkten wie „plicans“. Bei Sporenvermehrung treten ebenfalls eine Reihe von Mischformen auf, die zum Typus hinüberleiten. Ein wesentlicher Unterschied besteht aber darin, daß sich nitens nie mehr rein gewinnen läßt. „Wir müssen also damit rechnen, daß bei der heterokaryotischen *Piloboloides*-Form andere Verhältnisse vorliegen, als bei der ebenfalls heterokaryotischen var. *plicans*. Insbesondere stellt sich uns die Frage, ob nicht eine Art von Anziehung zwischen den *piloboloides*- und nitens-Kernen existiert, die der Selektion nach der *piloboloides*- und der nitens-Seite entgegenwirkt. Eine solche Anziehungskraft müßte sich mit der Ungleichheit der Mischung beider Kernsorten steigern und mit ihrer Gleichheit eine Ruhelage einnehmen.“ Um eine Hypothese von der heterokaryotischen Natur der Varianten zu stützen, nahm *Burgeff* Experimente vor, in denen er Protoplasmapartien der variierenden und der normalen Formen zur Verschmelzung brachte. „Wenn es gelingt, eine Protoplasmaportion mit Kernen aus einem Mycel in ein anderes, in einem Merkmal abweichendes zu übertragen, so muß die entstehende heterokaryotische Form in der Weise aufspalten, wie wir es bei den variierenden Mycelien gesehen haben.“ Über die etwas mühsame Versuchsanstellung sei auf die Arbeit selbst verwiesen. Es sei hier nur hervorgehoben, daß eine derartige Verschmelzung zu „Mixochimären“ sowohl bei var. *plicans* als auch bei var. *piloboloides* tatsächlich gelang, daß die erste Generation (Chimäre) je nach dem Mischungsverhältnis extreme und mittlere Formen enthielt, und daß in der zweiten Generation die erwarteten Aufspaltungen eintraten. Die Verschmelzungs-

versuche wurden aber noch unter einem weiteren Gesichtspunkt angestellt. Bekanntlich besitzt *Phycomyces* zweierlei Mycelien, die als + und — bezeichnet werden. Nur solche mit verschiedenen Vorzeichen kopulieren und bilden Zygoten. Es war auch schon bekannt, daß neben diesen beiden Formen „neutrale“ Mycelien vorkommen, die normalerweise weder mit einem positiven noch mit einem negativen Stamm kopulieren, die aber ausnahmsweise + oder — kopulationsfähige Seitenäste hervorbringen. *Blakeslee* hat nun nachgewiesen, daß diese neutralen Mycelien, die durch den Besitz abortierter Kopulationsäste, sog. „Pseudophoren“ gekennzeichnet sind, in folgender Weise spalten:

$$\left. \begin{array}{l} + \text{ Sporen} \dots + \text{ Sporen} \dots \text{ usw.} \\ \dots \text{ neutrale} \left\{ \begin{array}{l} + \text{ Sporen} \dots + \text{ Sporen} \dots \text{ usw.} \\ \text{Sporen} \dots \left\{ \begin{array}{l} \text{neutrale Sporen} \dots \dots \dots \text{ usw.} \\ - \text{ Sporen} \dots - \text{ Sporen} \dots \text{ usw.} \end{array} \right. \\ - \text{ Sporen} \dots - \text{ Sporen} \dots \text{ usw.} \end{array} \right. \end{array} \right\} \text{ usw.}$$

Es liegt natürlich nahe, hier ähnliche Verhältnisse anzunehmen wie bei den Varietäten „plicans“ und „piloboloides“, nur mit dem Unterschied, daß hier die Tendenz umgekehrt ist, insofern die Entmischung der heterokaryotischen Formen, die gleichzeitig + und — Kerne enthalten, begünstigt wird. Die typisch neutralen Mycelien enthielten demnach + und — Kerne im Gleichgewicht, bei den auch hier vorkommenden Übergangsmycelien dagegen überwiegt die eine oder die andere Komponente. Das Kernverhältnis in der Spore entscheidet über die Beschaffenheit der Nachkommenschaft. Nimmt man als mittlere Kernzahl in der Spore 8 an, dann gelangt man zu folgendem Schema:

nitens : piloboloides				nitens + : nitens —
		8:0	↑	+
		7:1	↑	neutral et +, mit oder ohne Pseudophoren
heterokaryotisches nitens, scheinbar rein	⌞	6:2	↑	
		5:3	↑	neutral et +
nitens et piloboloides	↓	4:4	⌞	neutral .
piloboloides et nitens	↑	3:5	⌞	neutral et —
		2:6	↑	
heterokaryotisches piloboloides, scheinbar rein	⌞	1:7	↓	neutral et —, mit oder ohne Pseudophoren
		0:8	↓	—

Die Pfeile deuten an, daß auf der linken Seite die Tendenz der Mischung, auf der rechten die zur Entmischung vorherrscht. Auf der linken Seite fehlen entsprechend den Versuchsergebnissen die reinen Formen 8:0 und 0:8. Es sind nur außer den Mittelstufen den Extremen nahekommende, scheinbar reine, in Wirklichkeit aber weiterspaltende Übergangsformen vorhanden. Bei den neutralen Mycelien der rechten Seite dagegen ist die Stufenleiter vollständig. Experimente mit Mycelverschmelzung haben nun tatsächlich den Beweis erbracht, daß man durch Vereinigung von + und — Stämmen neutrale Mycelien gewinnen kann, die den aufgestellten Bedingungen in vollem Umfange entsprechen.

In der Mixochimäre herrscht natürlich der neutrale Charakter vor, dagegen greift in der nächsten Sporengeneration ein deutliches Auseinanderfließen nach den Polen bis zur Herstellung reiner Formen statt. Auf die hohe Bedeutung dieser Versuche braucht nicht besonders hingewiesen werden.

Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und Erbllichkeit bei *Phycomyces nitens* Kunze II. (*H. Burgeff*, Flora, N. F. Bd. 8, 1916.) Der II. Teil be-

schäftigt sich vor allem mit den an die Zygotenbildung sich anknüpfenden Vorgängen. Man erhält die Zygoten, indem man + und — Mycelien auf einer Platte aussät. Dort, wo die beiden Kolonien aneinanderstoßen, kopulieren 2 Myceläste und die Zygote (Zygospore) wird abgeschnürt. Die Zygote keimt nun nicht direkt wieder zu einem Mycel aus, sondern sie bildet zunächst einen Sporangienträger, der an seiner Spitze ein Keimsporangium abschnürt. Erst die in diesem Keimsporangium gebildeten Sporen geben + und — Mycelien den Ursprung. Betrachten wir nun die Kernverhältnisse bei diesen Vorgängen etwas genauer. Bei dem Kopulationsvorgang treten zahlreiche + und — Kerne in die Zygote, die sich zunächst nicht vereinigen. Erst bei der Keimung treten die Kerne zu Paaren zusammen; aber nur ein Teil der Paare verschmilzt; was mit den übrigen geschieht, ist bis jetzt unbekannt; vielleicht werden sie aufgelöst. Im jungen Keimsporangium beginnen sich die diploiden Kerne zu teilen; dabei findet Reduktion statt, und die nunmehr wiederum haploid gewordenen Kerne vermehren sich in dem Maße, als das Keimsporangium heranwächst. Schließlich gliedert sich der Inhalt des Sporangiums in Sporen („Ursoren“), von denen jede nur einen Kern erhält. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu den Sporangien, die auf den + und — Mycelien entstehen und 6- bis 12-kernige Sporen führen. Die Ursoren keimen dann zu geschlechtlich differenzierten Mycelien aus. Wir haben hier also deutlichen Generationswechsel. Die diploide Generation reicht von der Verschmelzung der Kernpaare bis zur Reduktionsteilung, die haploide von der Reduktionsteilung (bzw. Ursorenbildung) bis zur auskeimenden Zygote. Die diploide Phase ist geschlechtlich nicht differenziert; die Geschlechts-

trennung erfolgt während der Reduktionsteilung und der geschlechtliche Charakter verhält sich dabei wie ein spaltendes Gen. Wenden wir uns nach diesen allgemeinen Feststellungen den Bastardierungen zwischen *Phycomyces nitens* und seiner Variante *piloboloides* zu. Kreuzt man nitens + mit nitens — oder piloboloides + mit piloboloides —, dann erhält man natürlich lediglich Aufspaltung in + und — nitens- bzw. piloboloides-Formen. Wichtig aber ist, daß die so gewonnenen piloboloides-Mycelien konstant (homokaryotisch) sind. In Teil I wurde nämlich berichtet, daß die Aussaat der Sporen, die den direkt auf dem piloboloides-Mycel entspringenden Sporangien entstammen, nicht zu konstanten Linien führt. Dieser Unterschied ist darin begründet, daß jene Sporen zahlreiche verschiedenartige Kerne (nit.- und pilob.-K.) enthalten, also heterokaryotisch sind, während in die Sporen des Keimsporangiums, wie oben erwähnt wurde, nur ein Kern einwandert. Komplizierter werden die Verhältnisse, wenn man nitens mit piloboloides kreuzt. In den geschlechtlichen Differenzen tritt dann als weiteres unterscheidendes Merkmal der nitens- bzw. piloboloides-Charakter. Es liegen also ähnliche Verhältnisse vor, wie wenn höhere Pflanzen, die in 2

Merkmalspaaren voneinander abweichen, bastardiert werden. Nur muß man sich einen Unterschied vor Augen halten. „Kreuzt das Vererbungsexperiment bei höheren Organismen die diploiden Phasen und überläßt den von ihnen gebildeten Gameten die Möglichkeit zufälliger Kombination, um aus dem Unterschied neuer diploider Phasen auf die stattgefundene Gametenspaltung zu schließen, so kombinieren wir hier die Gameten selbst zu diploiden Phasen und beobachten direkt die Aufspaltung in neue Gameten.“ Im einzelnen führten nun die Versuche zu folgenden Ergebnissen: Die Keimsporangien (F_1 -Generation) fallen nicht homogen aus. Es treten nitens- und piloboloides-Keimsporangien nebeneinander auf. Dabei wirkt wohl mit, daß der Zygote durch den piloboloides-Kopulationsast nicht bloß piloboloides-, sondern auch nitens-Kerne zugeführt werden. Die Sporen des Keimsporangiums spalten meistens vollständig in dauernd konstante (homokaryotische) Formen auf. Wo dies nicht der Fall ist, da liegt dies an besonderen, abnormen Verhältnissen: „Da in eine Anzahl von Ursoren auch je mehrere Kerne, vielleicht auch einzelne unreduzierte hineinkommen scheinen, findet auch die Entstehung der inkonstanten (konstante in mehr oder weniger hohem Maße abspaltenden), neutralen (heterosexuellen) und nicht neutralen (heterophänen) Mycelien eine Erklärung.“ In der Regel jedoch ist die Spaltung vollkommen. Von vornherein sind vier erbliche konstante Formen zu erwarten: nit +, nit —, pil +, pil —. Diese traten aber nicht immer auf; vielfach waren einzelne Gameten unterdrückt.

Worauf diese Gametenunterdrückung, die in den Experimenten in mehr oder minder verschärftem Maße zum Ausdruck kam, zurückzuführen ist, bedarf noch einer Erklärung. Es mag noch bemerkt werden, daß bei den vollkommen aufgespaltenen Zygosporien auch dann, wenn beim Kreuzungsversuch ein homokaryotisches piloboloides-Mycel verwendet wurde, die verschiedenen Spaltungsprodukte nicht, wie man erwarten sollte, in ganz gleichen Mengen erscheinen. *Burgeff* führt dies darauf zurück, daß die Sporen des Keimsporangiums nicht unmittelbar nach der Reduktionsteilung — wie etwa bei der Tetradenbildung der Angiospermen — gebildet, sondern erst noch einige Kernteilungen eingeschaltet werden, die natürlich nicht gleichmäßig zu verlaufen brauchen. Es wurde auch versucht, die auskeimende Zygote nach erfolgter Kreuzung unter Ausschaltung der Keimsporangiumbildung direkt zur Mycelbildung zu veranlassen. Dies gelang auch, wenn der junge Sporangienträger unter Agar gesetzt wurde. An Stelle des Keimsporangiums bildete der Träger dann ein diploides Promycel, in dem nachträglich Reduktionsteilungen einsetzen. Durch seitliche Verästelung entstehen hierauf normale haploide Mycelien. Dabei findet dann eine vegetative Aufspaltung statt, die aber nicht durchgreifend ist. „Da alle Kerne in das gleiche Mycel hineingeraten, wird bei der Sporenbildung im vegetativen Sporangium nur eine unvollkommene Entwicklung erreicht, und es bedarf mehrerer Durchgänge der Kerne durch die Sporen, bis die eine oder andere Kernsorte zur Bildung eines homokaryotischen Mycels kommt. Die schwächere wird dabei augenscheinlich meist unterdrückt.“ Auf die interessanten theoretischen Betrachtungen, welche die Arbeit beschließen und die sich

in der Kürze kaum wiedergeben lassen, können wir hier nicht eingehen.

Zur Frage der Bestäubung von Blüten durch Schnecken (*P. Ehrmann, Nachrichsbl. d. deut. malakoz. Gesellschaft* 49, 1916). Die Vermutung, daß gewisse Blüten an die Befruchtung durch Schnecken angepasst sind, ist zum ersten Male durch *Delpino* (1869) ausgesprochen worden. Dem haben sich dann später eine Reihe von Blütenbiologen (*H. Müller, Knuth* u. a.) angeschlossen, und diese Angaben sind vielfach in Lehrbücher übergegangen. Als Gattungen, die hierher gehören, werden genannt: Aronsstab (*Arum*), Schlangenzunge (*Calla*), Herbstzeitlose (*Colchicum*), Goldmilz (*Chrysosplenium*), Wucherblume (*Chrysanthemum*), und aus der Flora der Gewässer die Wasserlinsen (*Lemna*). Merkwürdigerweise haben sich die Zoologen bisher kaum zu dieser Frage geäußert, obwohl ein kritisches Urteil von dieser Seite sehr erwünscht wäre. Diese Lücke wird durch die Arbeit von *Ehrmann* ausgefüllt. *Ehrmann* kommt zu einem durch aus negativen Ergebnis. Er weist mit Recht darauf hin, daß sich alle bisherigen Angaben im wesentlichen nur darauf stützen, daß Schnecken auf den Blüten oder Blütenständen kriechend beobachtet wurden. Da aber der Pollen diesen Tieren eine sehr begehrte Nahrungsquelle liefert, so ist diese Erscheinung keineswegs verwunderlich. Immerhin könnte auch hier, wie bei den befruchtenden Insekten, der Nahrungstrieb für die Pflanze nutzbar gemacht sein. Aber eine solche Auffassung läßt sich bloß dadurch rechtfertigen, daß man empirisch den Nachweis erbringt, daß tatsächlich eine Verschleppung des Pollens von den Staubgefäßen auf die Narben bewirkt wird. Erfahrungen dieser Art sind jedoch bisher noch nicht gesammelt worden. *Ehrmann* ist der erste, der praktische Versuche nach dieser Richtung anstellte. Er ließ Individuen von *Agriolimax* und *Succinea* (Bernsteinschnecke) über den Blütenstand von *Calla* kriechen und beobachtete den Erfolg mit dem Mikroskop. Es ergab sich, daß eine Verlagerung des Pollens in der gewünschten Form keineswegs stattfand, sondern daß der Blütenstaub gewöhnlich schon an Ort und Stelle in dem Schleimband der Kriechspur festgeklebt wurde. Das ist ein Erfolg, den man eigentlich von vornherein erwarten konnte, und nur die Beliebtheit biologischer Deutungen macht es verständlich, daß die alte Auffassung von *Delpino* sich jetzt noch so zahlreicher Anhänger erfreut. *Ehrmann* selbst gelangt zu dem Schluß, daß höchstens dann und wann, und nur ganz zufälligerweise, eine Übertragung des Blütenstaubs auf das Empfängerorgan herbeigeführt werden mag, und daß die Schnecken im wesentlichen für die Pflanze schädlich sind, erstlich, weil sie der Pflanze den Pollen rauben, dann vor allem deshalb, weil sie die Antheren mit ihrem Schleim verkleben und dadurch für die Insektenbefruchtung unzugänglich machen.

P. Stark.

Berichtigung.

In dem Aufsatz: Die Fiktion in der Mathematik und der Physik von *Dr. Aloys Müller* muß S. 343 Spalte 1 die Gleichung lauten:

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + \dots + a_n x_n + a_{n+1} = 0$$

und S. 346 Spalte 1 muß es heißen:

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = p + n \Delta x + \dots$$

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

RECEIVED

NOV 3 1919

U. S. Department of Agriculture

Heft 26.

29. Juni 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Ueber absolute Zeitmessung in der Geologie auf Grund der radioaktiven Erscheinungen. Von *Robert W. Lawson, Wien.* S. 429.

Die Weilsche Krankheit als Kriegsseuche. Von *Dr. Heinrich Rosenhaupt, Frankfurt a. M.* S. 435.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Die wirtschaftlich-politische Wandlung der Vereinigten Staaten von Amerika. S. 438.

Entomologische Mitteilungen:

Die Lebensweise der Schildkäfer. Das Auftreten des grauen Lärchenwicklers im Oberengadin. Zur Biologie der Sandkäfer. Das Bluten des Marienkäferchens. S. 440—442.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Scientia militans. Die Farben der Fixsterne und die antike Astrologie. Ergebnisse der Gletscherforschung im Jahre 1916. Nährstoffverluste bei der üblichen Zubereitung der Kohlrüben. S. 442—444.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 445.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 1917, Bd. 35, H. 2. S. 446.

Zeitschrift für Botanik, 1917, Bd. 9, H. 2 u. 3/4. S. 447.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1916, Bd. 116, H. 4. S. 447.

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere. 1916, Bd. 40, H. 5. S. 447.

Zeitschrift für angewandte Entomologie, 1916, Bd. 3, H. 3. S. 447.

Biochemische Zeitschrift, 1916, Bd. 76, H. 5/6, Bd. 77, H. 1/2 u. 3/4. S. 448.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschienen:

Die quantitative organische Mikroanalyse

Von

Dr. Fritz Pregl

o. ö. Professor der medizinischen Chemie und Vorstand des medizinisch-chemischen Instituts
an der Universität Graz

Mit etwa 38 Textabbildungen

Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 9.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschienen:

Die Reichsaufsicht

Untersuchungen zum Staatsrecht des Deutschen Reiches

Von

Dr. Heinrich Triepel

o. ö. Professor der Rechte an der Universität Berlin

Preis M. 24,—; in Halbfranz gebunden M. 29,60

Aus dem Vorwort.

Der ungeheure Krieg, der fünf Erdteile in Brand gesetzt hat, wird ohne Zweifel, wie die äußeren Machtverhältnisse der beteiligten Großstaaten, so ihre innere Verfassung aufs tiefste beeinflussen. Auch das deutsche Staatswesen wird nach dem Kriege ein anderes Antlitz zeigen als vorher. Noch vermögen wir seine Züge nicht klar zu erkennen. Allein wir sind uns bewußt, daß wir schon heute inmitten einer lebhaften verfassungsrechtlichen Bewegung stehen, deren Tragweite auch für die Beziehungen zwischen dem Reiche und den Einzelstaaten vielleicht bedeutender sein wird, als die meisten ahnen. In zwei großen Kriegen ist die Verfassung des deutschen Bundesstaats geboren worden; der dritte und größte wird für ihre Entwicklung entscheidend sein.

Wenn nicht alle Zeichen trügen, werden die einheitsstaatlichen Elemente unserer Reichsverfassung durch den Krieg und seine Folgen verstärkt und vertieft werden. Die Aufsichtsgewalt des Reichs wird daraus Nutzen ziehen. Die treuen Anhänger des nationalen Einheitsgedankens müssen das begrüßen. Gleichwohl erfüllen uns die Geschehnisse der Gegenwart mit Sorge für die Zukunft. Wir sehen, wie man mit nervöser Hast nach Früchten greift, die noch der Reife harren, und wie man an dem Baume zerrt, an dem sie gewachsen sind. Jeder Staat wird durch die Kräfte erhalten, die ihn geschaffen haben. Das Deutsche Reich aber ist durch Preußen gegründet worden; es muß mit Preußen stehen und fallen. Die Stärkung der Reichsgewalt durch eine Schwächung des preußischen Staates herbeiführen zu wollen, heißt ein gefährliches Spiel treiben. Vor einem Jahrzehnt hat der Verfasser darauf hingewiesen, daß der deutsche Unitarismus in demselben Augenblicke verhängnisvoll werden müsse, in dem er sich in eine Angriffsstellung gegen Preußen hineindrängen lasse. Er glaubt, in diesen Tagen allen Anlaß zu haben, den Satz zu wiederholen und zu unterstreichen.

Lange und schwer hat Deutschland um seine staatliche Einheit ringen müssen. Die Form, die ihr vor einem halben Jahrhundert gegeben wurde, war unvollkommen und harnte von der ersten Stunde an der Ausgestaltung. Um diese hat sich die bedächtige, aber stetige Arbeit von zwei Generationen erfolgreich gemüht. Möge ein baldiger glücklicher Friede dem deutschen Volke verstatten, den Ausbau in besonnener Ruhe fortzusetzen! Möge die zu erwartende Erweiterung der Rechte des Reichs und damit die Verstärkung seiner Aufsichtsgewalt durch Mittel erfolgen, die nicht gewaltsam mit den Überlieferungen unserer Vergangenheit brechen, sondern behutsam an sie anknüpfen! Wenn das geschieht, wird auch dies Buch nicht ganz umsonst geschrieben sein.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

29. Juni 1917.

Heft 26.

Über absolute Zeitmessung in der Geologie auf Grund der radio- aktiven Erscheinungen¹⁾.

Von Robert W. Lawson, derzeit am Institute für
Radiumforschung in Wien.

I. Einleitung.

Das ausgezeichnete Ziel der Geologie ist seit jeher die Erforschung und die Aufklärung der Geschichte der Erde gewesen. Das systematische und kritische Studium der geschichteten und vulkanischen Gesteinsformationen liefert hierzu wertvolle Anhaltspunkte und an Methoden rein geologischer Natur zur Ermittlung des Alters der Erde oder, genauer gesagt, zur Festlegung bestimmter Zeitmerkmale in der Geologie hat es nicht gefehlt. Aber erst im letzten Jahrhundert wurde die Frage der Zeitmessung in der Geologie Gegenstand wahrhaft wissenschaftlicher Erforschung. In Wirklichkeit ist die Bestimmung des Alters der Erde nach den vorliegenden Methoden unausführbar; wir können nur den Zeitraum bis zu bestimmten kritischen Perioden festsetzen und den Anfang einem noch früheren, aber unbestimmbaren Zeitpunkt zuschreiben. Als Beispiel seien folgende Fälle erwähnt: *Kelvin* verfolgt den thermischen Zustand der Erde bis zu jener Zeit zurück, in der die Erdkugel noch in flüssigem Zustande war; *Darwin* will die Zeit bestimmen, zu welcher der Mond noch sehr nahe die Erde umkreiste; *Joly* will den Zeitpunkt ermitteln, zu dem die Meere noch praktisch frei vom Chlornatrium waren; und *Geikie* sucht den Anfang der langen Reihenfolge der geschichteten Gesteinsformationen, um mittels der Ablagerungsgeschwindigkeit der Sedimente die Zeit zu bestimmen, welcher sie entsprechen. Obgleich die genannten Methoden Zeiten ergaben, die für den Geologen erschreckend klein waren, bieten sie immerhin wertvolle Entwicklungsstufen in der Geschichte der Zeitmessung in der Geologie.

Mit der Entdeckung der Radioaktivität begann eine neue Epoche der geologischen Zeitmessung, die dem Geologen, im Gegensatz zu den alten rein geologischen Methoden, eher viel zu große als zu kleine Zeiten gab. Das Defizit an Zeit, das die Geologen vor einigen Jahren beklagten, war nach den Resultaten der neuen radioaktiven Methoden mit einem Sprunge in einen Überfluß umge-

wandelt. Aber auch die radioaktiven Methoden erlauben es nicht, das absolute Alter der Erde zu bestimmen, sondern nur das Alter bestimmter zur Untersuchung herangezogener geologischer Formationen; und obwohl die Methoden noch in den Anfangsstadien sind, ist Grund zur Hoffnung vorhanden, daß es mit ihrer Hilfe und im Laufe der Zeit ermöglicht werden wird, eine vollständige Zeitskala für die geologischen Epochen aufzustellen. Nach diesen Methoden kann man der Kristallisationsperiode eines jeden vulkanischen Gesteines, in welchem sich zur Untersuchung geeignete Mineralien vorfinden, ein Datum zuschreiben.

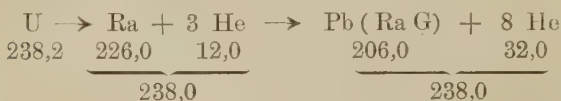
Nachdem *Becquerel* im Jahre 1896 an Uran und seinen Verbindungen das Vorhandensein neuer Strahlenarten entdeckt hatte, zeigte *M. Curie*, daß unter den übrigen Elementen nur Thorium eine der des Urans ähnliche Strahlung (*Becquerel*-Strahlung genannt) aufweist. Ihre weiteren Untersuchungen über die Aktivität der Pechblende führten sie zur Entdeckung des Radiums, und seither ist es den Radiologen gelungen, die Existenz von gegen vierzig Radioelementen einwandfrei festzustellen. Die Strahlen der radioaktiven Substanzen sind von dreierlei Natur. Es sind dies a) die α -Strahlen, oder positiv geladene Heliumatome, die beim Zerfall einiger der Radioelemente mit einer Geschwindigkeit von etwa einem Zehntel der Lichtgeschwindigkeit ausgesandt werden; b) die β -Strahlen in der Form schnellbewegter Elektronen, mit einer Geschwindigkeit manchmal nahezu so groß als der des Lichtes; und c) die γ -Strahlen, die ihrer Natur nach elektromagnetische Impulswellen im Raum sind und sich nur in ihrer Härte und Herkunft von den Röntgenstrahlen unterscheiden. Im folgenden haben wir es lediglich mit den α -Strahlen zu tun; die anderen Strahlenarten berühren unser Thema nur mittelbar.

Zunächst wollen wir uns auf eine Betrachtung der Uranzerfallsreihe beschränken.

In der Zeiteinheit entsteht aus jedem der Elemente dieser Reihe eine gewisse Anzahl von Atomen des darauffolgenden Radioelementes, und zwar so, daß die Zahl der von einem Element in der Zeiteinheit zerfallenden Atome proportional der Zahl der vorhandenen Atome dieses Elements ist. Diese Proportionalität äußert sich für jedes Element einer Zerfallsreihe und wird durch die bekannten Ausdrücke „Zerfallskonstante“ bzw. „Halbwertszeit“ von Element zu Element gekennzeichnet. Für den Fall, daß das Mutterelement sich im Gleichgewicht mit seinen Zerfallsprodukten befindet, ist das Verhält-

¹⁾ In einer vor kurzem in dieser Zeitschrift (4, S. 725, 1. Dezember 1916) erschienenen Abhandlung „Über neuere Versuche einer Zeitmessung in der Erdgeschichte“ behandelte Prof. Dr. O. Abel diese Frage vom biologischen Gesichtspunkte aus.

nis der Atomzahl bzw. Gewichtsmenge eines jeden Einzelements zu der des Urans dauernd konstant. Diese Gleichgewichtsmengen sind den Halbwertszeiten proportional, und diese Tatsache ermöglicht es uns z. B., aus dem stetigen Vorkommen von $3,33 \cdot 10^{-7}$ g Ra mit 1 g Uran in primären unveränderten Mineralien, auf die Halbwertszeit des Urans in bezug auf die des Radiums zu schließen. Für dauerndes Gleichgewicht ist die Zahl der in der Zeiteinheit zerfallenden Atome für jedes Element der Zerfallsreihe die gleiche. Die Aussendung eines α -Teilchens ist mit einer Erniedrigung des Atomgewichtes um vier Einheiten verbunden, wogegen die Abgabe von β - und γ -Strahlen ohne merkbare Änderung des Atomgewichtes vor sich geht, wohl aber eine Änderung des chemischen Charakters im Sinne der bekannten Verschiebungssätze von *Soddy* und von *Fajans* zur Folge hat. Diese besagen, daß bei einer α -Umwandlung eine Verschiebung im periodischen System zu der zweitniedrigeren Gruppe, bei allen β -Umwandlungen eine Verschiebung zur nächsthöheren Gruppe erfolgt. Nach Abgabe von drei α -Teilchen, von Uran angefangen, entsteht das Radium. Die von *Boltwood* 1905 ausgesprochene Vermutung, daß nach weiterer Abgabe von fünf α -Teilchen Radium sich schließlich in Blei umwandelt, wurde durch die Entdeckung der Isotopie und der Verschiebungssätze vollauf bestätigt. Das aus dem Uran entstehende Blei ist vom gewöhnlichen Blei chemisch und spektroskopisch nicht verschieden, besitzt jedoch ein um 1,2 Einheiten niedrigeres Atomgewicht. Wir können die Umwandlung des Urans in das stabile Blei-Isotop (Endprodukt) RaG in folgender Weise ersichtlich machen:



In ganz analoger Weise zerfällt das Thorium mit Abgabe von sechs α -Partikeln (Heliumatomen). Auf die Frage des Endproduktes der Thoriumreihe wollen wir später zurückkommen.

In der Radioaktivität haben wir es also mit dem Zerfall bestimmter instabiler Elemente (Radioelemente) zu tun, und die Geschwindigkeit ihres Zerfalles ist gleichsam eine Uhr, mit welcher wir geologische Zeit messen können. Infolge der Strahlenemission beim radioaktiven Zerfall nimmt die Gesamtenergie der Einzelatomgefüge stufenweise ab. Durch die Bremsung der emittierten Strahlen beim Durchdringen der Materie wird die Energie der Strahlungen allmählich in Wärme umgewandelt. Als Begleiterscheinung des radioaktiven Zerfalles ist die allmähliche Entwicklung der stabilen Endprodukte Helium und Blei anzusehen. Infolge ihrer Stabilität sammeln sich diese zwei Produkte in den Materialien, welche radioaktive Substanzen enthalten, an. Wegen dieser zwei Effekte, d. h. der fortlaufenden Wärmeemission und der langsamen Anhäufung

der Endprodukte, spielen die Erscheinungen des radioaktiven Zerfalles für die Geologie eine bedeutende Rolle. Die Erforschung der Radioaktivität der uns zugänglichen Gesteine und der Meteoriten hat eine Umgestaltung unserer Ideen bezüglich der Frage der Erdwärme mit sich gebracht und bietet wertvolles Material für das Studium der Struktur des Erdinnern, der Evolution der Erdkruste und der Entstehung von vulkanischen Gesteinen. Im folgenden wollen wir uns darauf beschränken, nur diejenigen Gesichtspunkte zu berücksichtigen, die uns Einsicht in die Frage des Alters der Gesteine geben, welche zu verschiedenen geologischen Zeitperioden gehören. Es sind bisher vier Methoden, welche, auf radioaktiver Grundlage fundiert, es uns ermöglichen, dieser Frage näher zu treten. Die zugrundeliegenden Gedanken dieser Methoden sind die folgenden:

- a) Die Wirkung der radiothermischen Energie auf den Wärmehaushalt der Erde;
- b) die Ansammlung von Helium in radioaktiven Mineralien;
- c) die Intensität der Färbung der „pleochroitischen Höfe“ und
- d) das Ansammeln von Blei in radioaktiven Mineralien.

II. Die Wirkung der radiothermischen Energie auf den Wärmehaushalt der Erde.

Die α -Strahlen (und in geringerem Maße auch die β - und γ -Strahlen) werden beim Durchdringen der Materie gebremst und infolge ihrer Energieabgabe wird die durchdrungene Materie erwärmt. Betrachten wir den Fall des Urans, welches eine Halbwertszeit von etwa $5 \cdot 10^9$ Jahren besitzt. Durch Millionen von Jahren wird die Wärmezeugung des zerfallenden Urans mit praktisch unverminderter Heftigkeit und Ausdauer bestehen bleiben, und obwohl die Gesamtwärmeerzeugung von einem Gramm Uran samt Zerfallsprodukten jährlich nur acht Kalorien ausmacht, ist diese kumulative Wärmemenge keine zu unterschätzende Größe. Man bedenke nur, daß von je 7000 Millionen Atomen des in der Erde zu vielen Hunderttausenden von Tonnen vorhandenen Urans im Mittel nur ein Atom im Jahre zerfällt. Es ist ja in allen der uns zugänglichen Gesteinsformationen Uran in größeren oder kleineren Mengen vorhanden, und es muß sofort einleuchten, daß diese stetige Wärmequelle von großer Bedeutung für die Frage des Wärmehaushalts der Erde sein muß. Wir wissen auch aus der Zunahme der Temperatur der Erdkruste mit der Tiefe, daß die Erde durch Ausstrahlung ständig ihre Wärme abgibt. Indem wir die Erde als gegenwärtig in thermischem Gleichgewicht befindlich annehmen, können wir die Menge des Urans, die notwendig wäre, um diese Ausstrahlung zu kompensieren, annähernd berechnen. Ist die Menge der ausgestrahlten

Wärmeenergie $(= k \cdot A \cdot \frac{d\Theta}{dx})$ gleich der Menge der von Uran stammenden Wärme, so erhalten wir für die zur Erhaltung des thermischen Gleichgewichtes der Erde nötige Uranmenge etwa $2,4 \cdot 10^{20}$ Gramm. Nehmen wir an, daß der mittlere Urangehalt der Gesteine für das Material des ganzen Erdballs gilt, so erhalten wir für die in der Erde vorhandene Uranmenge den Betrag von $3,6 \cdot 10^{22}$ Gramm. Nun ist diese Uranmenge etwa 150-mal größer als die Menge, die notwendig wäre, um die Wärmeausstrahlung der Erde auszugleichen. Also, entweder geht die Erde einem feurigen Grabe entgegen, oder (nach *Strutt*) was plausibler erscheint, ist die Radioaktivität des Erdmaterials auf eine oberflächliche Kruste von etwa 16 km Tiefe beschränkt. Es wäre natürlich denkbar, daß bei den in größeren Tiefen der Erde bestehenden Drucken und Temperaturen die Geschwindigkeit des radioaktiven Zerfalles verringert, wenn nicht gänzlich verhindert werden könnte. So weit unsere bisherigen Versuche reichen, ist jedoch die Geschwindigkeit des radioaktiven Zerfalles von der Temperatur und vom Drucke vollständig unabhängig (Drucke bis zu 24 400 at, Temperaturen bis zu 2500 ° C). Der in Klammern angeführte Druck entspricht einer Tiefe von etwa 80 km unter der Erdoberfläche. Innerhalb der ersten 16 km der Erdkruste können wir den Zerfall der Radioelemente daher als unbeeinflusst ansehen. Aber auch die Annahme einer gleichmäßigen Verteilung der Radioelemente in einer 16 km tiefen Kugelschale der Erde führt zu weitaus kleineren Temperaturen des Erdinneren, als sie der Vulkanismus verlangt. Durch Annahme einer Verringerung des radioaktiven Inhalts der Gesteine mit der Tiefe, bis zu einem Minimalwert an der Basis der Kugelschale, ist jedoch diese Schwierigkeit zu beheben. Zumeist wird eine exponentielle Abnahme angenommen.

Offenbar sind die älteren Methoden zur Berechnung des Alters der festen Erdkruste auf Grund der Wärmeleitung durch die Radioaktivität entwertet worden. Über die Verteilung der Radioelemente in der Erdrinde wissen wir wenig (obwohl obige Annahme durch vielerlei Analogien, z. B. mit Meteoriten usw., wesentlich gestützt wird), und da wir nicht wissen, welcher Bruchteil der Erdwärme und der Wärmeausstrahlung der Wirkung der Radioaktivität zuzuschreiben ist, so ist an eine direkte Anwendung der ehrwürdigen Kelvinschen Methode nicht zu denken. Wenn man aber annimmt, daß ein gewisser Bruchteil der durch Ausstrahlung abgegebenen Energie der Erde radioaktiven Ursprunges ist, so läßt sich die Frage des Erdalters unter spezifischen Annahmen und mit Berücksichtigung der Radioaktivität behandeln, allerdings nicht ohne Vorbehalt. Diesbezüglich hat *Holmes* einige interessante Resultate erhalten, die wir hier kurz besprechen wollen. Aus der Kelvinschen Beziehung für das Alter der Erde geht hervor, daß das Temperaturgefälle an

der Erdoberfläche verkehrt proportional der Wurzel aus der Zeit seit Erstarren vom flüssigen Zustande ist. Daraus erhellt sofort, daß, wenn nur ein geringer Bruchteil der Ausstrahlung dem ursprünglichen Wärmehaushalt der Erde zuzuschreiben ist, das „Alter der Erde“ einen viel größeren Wert annehmen würde, als aus den Rechnungen von *Kelvin* folgt. Nach *Holmes* sprechen viele geologische und andere Tatsachen eher dafür als dagegen, daß die traditionelle Ansicht einer ursprünglich flüssigen Erdkruste richtig sein dürfte, und dies nimmt er auch an. Ausgehend von einer flüssigen Oberfläche von 1000 ° C zeigt er zunächst, daß die Zeit, die nötig gewesen wäre, um zu einer Erde zu gelangen, wie wir sie kennen, um so größer sein würde, je größer der Anteil der radioaktiven Substanzen im Wärmehaushalt der Erde angenommen wird. Es wird vorausgesetzt, daß der Gehalt der Erdschichten an Radioelementen mit der Tiefe nach einem Exponentialgesetz abnimmt — eine Annahme, die sehr plausibel erscheint und die *Holmes* auch vom geologischen Standpunkt zu begründen versucht. Falls man annimmt, daß drei Viertel der Wärmeausstrahlung der Erde radioaktiven Ursprunges wären, so würde die Erde ihren gegenwärtigen thermischen Zustand erst nach einer Zeit von 1600 Millionen Jahren erreicht haben können. *Holmes* findet auch, daß in diesem Falle die vulkanischen Tiefentemperaturen befriedigender erhalten werden können, als unter der Annahme, daß das ganze gegenwärtige Temperaturgefälle der Erde allein durch die Radioaktivität des Erdmaterials erhalten bleibt.

Es sei hier auf einige andere Resultate hingewiesen, die ebenso wie das obige für ein größeres Alter der Erde sprechen, als bisher angenommen wurde. *G. F. Becker* untersucht, ob sich die neueren Entwicklungen der Radiogeologie und der Isostasie nicht aufeinander beziehen lassen. Er nimmt an, daß das in einer Tiefe von 121 km sich befindende Hayfordsche Niveau des hydrostatischen Ausgleiches („Level of isostatic compensation“) der Tiefenschicht entspricht, bei welcher die Temperatur sich dem Schmelzpunkte der Gesteine beim vorherrschenden Druck am meisten nähert („Depth of easiest fusion“). Auf Grund dieser und der weiteren Annahme, daß das Alter der Erde 68 Millionen Jahre beträgt, findet er, daß nur $\frac{1}{7}$ des gegenwärtigen Temperaturgefälles der Radioaktivität zuzuschreiben wäre. In diesem Falle würde sich die Dicke der radioaktiven Schale zu 2,58 km ergeben! Wäre dagegen $\frac{2}{3}$ des Temperaturgefälles der Wirkung der Radioaktivität zuzuschreiben, so ergibt sich nach *Becker* das Alter der Erde zu 1314 Millionen Jahren und die „Tiefe des leichtesten Schmelzens“ würde 300 km betragen. In einer Reihe von Arbeiten hat nun *J. Barrell* gezeigt, daß die „Zone des leichtesten Schmelzens“ unterhalb des „Niveaus des hydrostatischen Druckausgleiches“ liegen muß, und auf Grund von Betrachtungen, die auf der Festigkeit

der Erdrinde und auf Ebbe- und Flutphänomen beruhen, schreibt *Barrell* die Quelle der vulkanischen Tätigkeit ungefähr der Mitte der Asthenosphäre zu, d. h. einer Tiefe von 350 bis 500 km. Dieser Schluß, im Zusammenhang mit den Betrachtungen *Beckers*, würde also dafür sprechen, daß das Alter der sich abkühlenden Erde nicht mit 68 Millionen Jahren, sondern mit *beträchtlich mehr als 1314 Millionen Jahren* anzuschlagen wäre.

III. Die Ansammlung von Helium in radioaktiven Mineralien.

Das beinahe ausnahmslose Vorhandensein von Helium in radioaktiven Mineralien führte *Rutherford* und *Soddy* im Jahre 1903 zur Hypothese, daß hier ein genetischer Zusammenhang mit den Prozessen der radioaktiven Umwandlung vorliegen müsse. In den darauffolgenden Jahren wurde dann von verschiedenen Autoren, und zwar für fast sämtliche α -Strahler gezeigt, daß bei einer α -Umwandlung Helium entsteht, und es wurde in manchen Fällen (z. B. für Radium) die zeitliche Entwicklung dieses Gases gemessen und verfolgt. Hierbei ist das Helium nicht als Zerfallsprodukt in gebräuchlichem Sinne aufzufassen, sondern als Nebenprodukt, das seine Entstehung den emittierten α -Teilchen verdankt. 1909 gelang es *Rutherford* und *Royds*, die unmittelbare Entstehung des Heliums aus den emittierten α -Teilchen experimentell festzustellen. Nachdem die Geschwindigkeit der α -Partikel beim Durchgang der Materie einen bestimmten kritischen Wert unterschritten hat, findet eine Neutralisierung der positiven Ladung der Teilchen statt, und nunmehr haben wir es mit gewöhnlichen Heliumatomen zu tun. Schon im Jahre 1905 hatte *Rutherford* auf die Möglichkeit einer Altersbestimmung der Mineralien auf Grund ihres durch den radioaktiven Zerfall entstandenen Gehaltes an Helium hingedeutet; in den Jahren 1908 bis 1910 wurde dies ja auch in der Tat von *Strutt* verwirklicht. Im Laufe seiner Experimente konnte dieser zeigen, daß sich fast ausnahmslos nicht *mehr* Helium in einem Mineral befindet als dem radioaktiven (d. h. Uran bzw. Thorium und Actinium samt Zerfallsprodukten) Inhalt entspricht, und auch ziemlich sicherstellen, daß kein Helium aus den nichtradioaktiven Elementen entsteht. Es gelang ihm, die Heliumentwicklung in St. Joachimstaler Pechblende und Thorianit direkt zu bestimmen, und seine experimentell gefundenen Werte stimmen befriedigend mit denen überein, welche *Rutherford* und *Geiger* aus ihren Zählversuchen der α -Teilchen von Uran und von Thorium mit Zuhilfenahme der Loschmidtschen Zahl berechnen konnten. Diese Resultate besagen, daß zur Entstehung von 1 cm³ Helium aus 1 g Uran (im Gleichgewicht mit seinen Zerfallsprodukten) eine Zeit von etwa 10 Millionen Jahren notwendig wäre und im Falle des Thoriums eine Zeit von etwa 30 Millionen Jahren. Da nun *Strutt* in einem

der von ihm verwendeten Thoriummineralien einen gegenwärtigen Heliumgehalt fand, welcher 280-Millionen-mal größer war als die jährliche Produktion dieses Minerals an Helium, konnte er die untere Grenze des Alters dieses Thorianit mit 280 Millionen Jahren angeben.

Warum wir es hier mit einem Minimalwert des Alters zu tun haben, wird durch folgende zwei Fragen sofort klargelegt: 1. Enthielt das Mineral zur Zeit seiner Auskristallisation Helium oder ist sein gegenwärtiger Gehalt allein dem radioaktiven Zerfall im Laufe der Zeit nach dem Erstarrten zuzuschreiben? und 2. Ist kein erheblicher Bruchteil des seit der Kristallisation des Minerals entstandenen Heliums entwichen?

Was die erste Frage anbelangt, wissen wir, daß gewöhnliche Gesteine und Mineralien äußerst geringe Mengen von Helium enthalten — nicht mehr als infolge der vorhandenen sehr kleinen radioaktiven Beimischungen zu erwarten wäre. Eine eventuelle Unsicherheit in dieser Hinsicht kann man dadurch ausschalten, daß man zu Altersbestimmungen nach der Heliummethode nur diejenigen Mineralien der vulkanischen Gesteinsgebilde verwendet, die eine relativ starke Radioaktivität aufweisen. Durch hinreichend lange Zeiten werden die ursprünglichen kleinen Spuren von Helium im Vergleiche zu den Mengen des nachgebildeten Heliums ganz zu vernachlässigen sein. Gerade bei den weitverbreiteten, in geologischem Sinne zu Altersbestimmungen sonst sehr geeigneten Kalkgebilden macht es aber die Ungewißheit über ihren ursprünglichen eventuellen Heliumgehalt unmöglich, solche Gesteine zu diesem Zwecke heranzuziehen; ihr Gehalt an Radioelementen ist so klein, daß die durch den radioaktiven Zerfall nachgebildete Heliummenge fast an der unteren Grenze der Meßgenauigkeit liegt.

Bezüglich der zweiten Frage ist die Antwort eine schwierigere. Daß ein Mineral eine stetige Verminderung seines Heliumgehalts erleidet, sobald es sich, von der Lagerstätte entfernt, offen an der Luft befindet, ist eine experimentell schon festgestellte Tatsache. Durch Zerreibung des Minerals wird bis zu etwa 30 % seines Heliumgehaltes verloren gehen. Die Heliumabgabe nimmt auch mit steigender Temperatur beträchtlich zu. Daraus erhellt, daß das Helium, welches sich gegenwärtig in einem Minerale befindet, nur ein Bruchteil, zumeist weniger als die Hälfte jener Menge sein kann, die auf radioaktivem Wege im Minerale während seiner Geschichte entstanden ist. Diese Tatsache muß man stets in Betracht ziehen, wenn man mittels des Heliumgehalts Schlüsse bezüglich des Alters eines Minerals zu ziehen gedenkt. Die Vermutung *Strutts*, daß in größeren Tiefen der Erdrinde das Entweichen von Helium aus den Mineralien bedeutend langsamer vor sich gehen wird, scheint durchaus plausibel zu sein, da das Mineral, trotz seiner höheren Temperatur, von festem Material umgeben ist. Uns stehen aber leider nur diejenigen Minerale zur

Verfügung, die sich an der Oberfläche befinden und daher durch Berührung mit der Luft eine Verringerung ihres Heliumgehalts erlitten haben.

Es wäre also irreführend, wenn wir annehmen würden, daß für den obenbesprochenen Thorianit die Zeit seit seiner Auskristallisation nur 280 Millionen Jahre betragen würde. In Ceylon kommt der Thorianit in Sand- und Kiesstätten vor und ist seit seiner Ablösung von den Pegmatitgängen dieser Insel durch Jahrtausende der Wirkung der dort herrschenden Witterungen ausgesetzt gewesen. Während dieses langen Zeitraumes hat er einen fortgesetzten Heliumverlust erlitten, und infolgedessen gestatten gegenwärtige Messungen nur eine *Minimalschätzung* des Alters des Minerals. Das wahre Alter ist also noch erheblich größer als der weiter oben angeführte Wert.

Unter anderen Mineralien untersuchte *Strutt* Koproolithen (phosphatische „nodules“) und Eisenerze von Sedimentärgesteinen, so wie auch Zirkone und Sphene von Eruptivgesteinen. Letztere zwei Mineralien sind für solche Versuche besonders geeignet, da sie zu den radioaktivsten der häufiger vorkommenden gesteinsbildenden Mineralien zählen und außerdem eine sehr dichte und harte Konsistenz aufweisen. Die an Eisenerzen und an Zirkonen gewonnenen Resultate sind am wertvollsten und am lehrreichsten; sie entsprechen weit auseinander liegenden geologischen Epochen und zeigen, daß trotz des unvermeidlichen Entweichens von Helium aus dem Minerale die älteren Proben fast stets einen bedeutend höheren Betrag an Helium enthalten als die jüngeren.

Tabelle der wichtigsten Resultate nach der „Helium“-methode.

Geologischer Zeitabschnitt	Mineral	Fundort	Helium-Verhältnis ¹⁾	Alter in Millionen Jahren
Holozän	Zirkon	Somma-Berg, Vesuv	< 0,01	0,1
Plistozän	„	Mayen, Eifel	0,09	0,96
Pliozän	„	Campbell-Insel, N. Z.	0,146	1,56
Miozän	„	Expailly, Auvergne	0,57	6,1
Oligozän	Siderit	Niederpleis, Rheinprovinz	0,70	7,5
„Post“ Eozän	Hämatit	Co. Antrim, Irland	2,38	25,5
Perm (?)	Zirkon	Nordost-Tasmanien	3,80	40,7
Obercarbon	Limonit	Wald von Dean	12,8	137,0 (320) ²⁾
Carbon bis Kambrium (?) . . .	Zirkon	Green-Fluß, Nord-Karolina	11,7	125,0 (260)
Mitteldevon	„	Brevig, Norwegen	4,31	46,1 (340)
Devon	Hämatit	Caen	11,2	120,0
Silur (?)	Thorianit	Ceylon (Sab.-Prov.)	22,6	242,0 (500)
„ (?)	„	Ceylon (Galle-Prov.)	21,2	227,0 (400)
Ober-Präkambrium	Zirkon	Cheyenne-Schlucht, Kolorado	11,9	127,0
„ „	„	Miask, Uralgebirge	14,9	159,0
„ „	„	Ceylon	25,0	267,0 (1200)
Mittel-Präkambrium	Sphen	Arendal, Norwegen	32,9	352,0 (1300)
„ „	„	Tweedestrand, Norwegen	38,2	409,0 (1300)
Unter-Präkambrium	Zirkon	Renfrew Co., Ontario, Canada	54,3	581,0 (1500)
„ „	Sphen	„ „ „ „	56,1	600,0 (1500)

¹⁾ Das Verhältnis Helium (cm³) zu U₃O₈ für ein Gramm des Minerals. Falls Thorium vorhanden sein sollte, wird es bezüglich seiner Heliumentwicklung in Äquivalent-Uran (U_e) verwertet (1 g ThO₂ = 0,295 g U₃O₈). Das Alter wird gegeben durch $\frac{He(cm^3)}{U_e} \cdot 10,7$ Millionen Jahre, wobei U_e = (U₃O₈ + 0,295 · ThO₂) zu setzen ist.

²⁾ Die eingeklammerten Ziffern geben das entsprechende Alter nach der „Blei“-methode an.

Nachfolgende Tabelle gibt einige der höheren Werte des Alters für Mineralien aus den verschiedenen geologischen Zeitepochen wieder. Die geologische Zusammenstellung ist einer Arbeit von *Holmes* entnommen; die Zahlenangaben sind aus den Resultaten von *Strutt* berechnet, unter Heranziehung der Heliumentwicklung des Urans bzw. des Thoriums, wie sie sich aus den direkten an diesen Elementen von *Rutherford* und *Geiger* ausgeführten Zählversuchen der α -Teilchen leicht ermitteln lassen. Wie man sieht, besteht eine enge Beziehung zwischen dem geologischen Alter der Mineralien und den aus den Heliumverhältnissen gefundenen numerischen Werten derselben. Zum Vergleiche sind die Resultate der Altersbestimmungen, soweit sie bisher nach der „Blei“-methode (vgl. Abs. V) gemessen wurden, in Klammern angegeben. Die nebeneinander stehenden Zahlen zeigen deutlich die infolge der ständigen Heliumabgabe bestehende Mangelhaftigkeit der Heliummethode. Letztere lehrt uns nur, daß das Alter eines Minerals größer ist als ein bestimmter Minimumwert.

IV. Die Intensität der Färbung von „pleochroitischen Höfen“.

In Dünnschliffen mancher gefärbter Mineralien kommen sehr kleine gefärbte, meistens kreisrunde Gebilde vor, die durch lange Zeit den Mineralogen ganz unverständlich waren. Diese kreisförmigen Gebilde weisen unter der Wirkung des polarisierten Lichtes die Eigenschaft des

„Pleochroismus“ auf und wurden daher „pleochroitische Höfe“ genannt. Im Jahre 1907 zeigte *Joly* als erster, daß sie radioaktiven Ursprunges sind und durch die Einwirkung der α -Strahlen eines winzigen radioaktiven Körnchens, das stets in der Mitte eines Hofes zu finden ist, hervorgerufen werden. Man findet solche Höfe z. B. in Turmalin und in manchen Glimmersorten, namentlich im Biotitglimmer.

Die fremden Einschlüsse bestehen sehr oft aus Zirkon und in manchen Fällen auch aus Orthit, Brookit, Thorit u. a. m. Nun ist das aktive Zentralkörnchen als eine Quelle von α -Strahlen anzusehen, die nach allen Richtungen emittiert werden und eine bestimmte Reichweite zurücklegen, um dann endlich in gewöhnliche Heliumatome überzugehen. Die verschiedenen Zerfallsprodukte des Urans bzw. des Thoriums haben in Luft ungleiche Reichweiten, und es wäre mithin zu erwarten, daß auch in homogenen Kristallen dieselbe Eigenschaft Geltung finden würde. Mit Hilfe der von *Bragg* und *Kleeman* empirisch gefundenen Beziehung zwischen Reichweite, Dichte und Atomgewicht des durchquerten Materials läßt sich nun leicht berechnen, welche Reichweiten die verschiedenen α -strahlenden Einzelprodukte (inklusive Uran und Thorium selbst) z. B. in Biotitglimmer haben sollten. Die α -Strahlen werden vom fremden Einschlusse aus gleichmäßig in alle Richtungen radial ausgesandt, und danach wäre für Uran im Biotit ein gefärbtes Kügelchen zu erwarten, dessen Durchmesser etwa 0,013 mm betragen würde. Für die darauffolgenden Zerfallsprodukte des Urans sind die Reichweiten größer, die Höfe derselben demzufolge auch von größerem Durchmesser, aber konzentrisch mit denen des Urans. Schließlich wäre für RaC, welches die größte Reichweite der Uranreihe besitzt, der Durchmesser des kugelförmigen Gebildes etwa 0,033 mm. Im Falle von thorhaltigen Kernen würde die Maximalreichweite die des ThC sein und der Durchmesser des äußersten Hofes dementsprechend 0,04 mm betragen.

Tatsächlich hat nun *Joly* eine derartige Reihe von kugelförmigen Gebilden auffinden können, deren Durchmesser mit den berechneten in guter Übereinstimmung stehen. Durch solche Messungen kann man auch einwandfrei feststellen, ob der Kern Uran oder Thorium enthält. Interessant ist das Aussehen eines gutentwickelten Hofes. Um ein gleichmäßig tiefgefärbtes und sphärisches Zentrum, welches im Falle eines uranhaltigen Kernes einen Durchmesser von 0,016 bis 0,020 mm besitzt, befindet sich eine schwächer gefärbte, von RaA stammende konzentrische Kugelschale mit einem Durchmesser von 0,023 mm. Diese ist wiederum von einem noch schwächer gefärbten, dem RaC zuzuschreibenden Hof (der sogenannten „Korona“) von 0,033 mm Durchmesser umschlossen. Die Ursache der tiefen Schwärzung der innersten Kugel liegt in der Tatsache, daß die

α -Partikel der sämtlichen acht α -Strahler der Uranreihe diesen Raum durchqueren. Ferner, da die α -Teilchen vom Zentralkern demselben Gesetz wie das Licht bezüglich ihrer Ausbreitung folgen, wäre von vornherein zu erwarten, daß die Färbungsintensität für jeden α -Strahler mit der Entfernung vom Zentrum abnehmen würde. Wie die Bilder von *Joly* zeigen, dürfte jedoch diesbezüglich auch eine entgegengesetzte Wirkung stattfinden. Die Höfe vom RaA bzw. RaC weisen nämlich an der äußeren Peripherie ihre tiefste Schwärzung auf, so daß man in den Verfärbungserscheinungen offenbar einen ganz parallelen Vorgang hat wie im Falle der Änderung der Ionisationswirkung eines α -Teilchens in einem Gase längs seiner Bahn. Die tiefere Schwärzung der äußeren Peripherie dürfte also mit der großen Ionisierungsdichte der α -Teilchen am Ende der Reichweite im Biotitglimmer in engem Zusammenhang stehen. Zu erwähnen wäre auch noch, daß *Rutherford* durch Einwirkung der α -Strahlen von Radiumemanation im Glase künstliche Höfe erzeugt hat, die den natürlichen Höfen sehr ähnlich sind. *Stansfield* konnte weiter zeigen, daß das gefärbte Glas eine Erhöhung des Brechungskoeffizienten um nahezu ein Promille gegenüber dem des ungefärbten Glases aufwies. Ob diese Erhöhung durch eine chemische Wirkung der α -Strahlen oder durch die Ansammlung von Helium im Glase verursacht wurde, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen.

Für ein und dasselbe Stück eines Biotitglimmers wird gefunden, daß, je größer das Zentralkörnchen sowie auch seine Radioaktivität ist, desto stärker die Verfärbung und desto vollkommener die Entwicklung des Hofgebildes wird. (Natürlich verursacht ein zu großer Kern Verschommenheit des Hofes.) Für manche „unterexponierte“ Höfe, d. h. jene, die noch nicht die äußeren Höfe des RaA bzw. des RaC aufweisen, läßt sich rechnerisch leicht zeigen, daß sie durch eine Radiummenge von etwa 10^{-17} g hervorgerufen werden würden. Diese Radiummenge, die in einem Jahre etwa 80 α -Teilchen aussenden würde, ist weitaus kleiner als die kleinste (10^{-12} g) auf elektrischem Wege derzeit bestimmbare Menge und entspricht einem Körnchen mit etwa 0,001 mm Diametralgröße. Die Farbe eines pleochroitischen Hofes ist also von zwei Faktoren abhängig: a) der Radioaktivität des Zentraleinschlusses und b) dem Alter des Minerals, in welchem sich letzterer befindet. Auffallend ist die Tatsache, daß Höfe nur in geologisch ziemlich alten Mineralien gefunden werden. Sichtbare Höfe sind in Tertiärmineralien fast unbekannt; dagegen in Biotitgraniten von Perm- und Devonalter sind sie nicht nur häufig, sondern auch meist in hohem Grade entwickelt.

Joly und *Rutherford* haben nun versucht, das Alter von Biotit mittels der Schwärzung dieser Höfe zu bestimmen. Der zu diesem Zwecke verwendete Biotit gehörte dem unteren Devon an

und stammte aus einem Granite von der Grafschaft Carlow in Irland. Durch verschieden lange Bestrahlung mehrerer Stellen eines und desselben Biotit-Glimmerblättchens mittels bekannter Mengen Radiumemanation, die sich in für α -Strahlen durchlässigen Glasröhren befand, konnten *Rutherford* und *Joly* eine Vergleichsskala herstellen. Es läßt sich dann leicht die Zahl der α -Partikel berechnen, welche während der bekannten Expositionszeit pro Flächeneinheit auf jede dieser Stellen gewirkt hatte. Findet man nun einen natürlichen pleochroitischen Hof, welcher denselben Grad der Schwärzung aufweist, wie der künstlich hergestellte, so weiß man, daß zu dieser Schwärzung dieselbe Zahl der α -Teilchen pro Flächeneinheit erforderlich war. Läßt sich nun die Radioaktivität des Zentralkörnchens bestimmen, so hat man sämtliche Daten zur Ermittlung der Zeit der Einwirkung im Falle des natürlichen pleochroitischen Hofes. Die auf diese Weise gefundene Zeit gibt uns sowohl das Alter des Hofes als auch das des einschließenden Minerals an. Nach dem Intensitätsvergleiche der natürlichen und künstlichen Höfe bleibt also nur mehr die Bestimmung des radioaktiven Inhalts des Körnchens, damit wir das Alter des Minerals berechnen können. Mittels eines Mikroskops höheren Vergrößerungsvermögens kann man auf das Volumen des Einschlusses schließen. Die Bestimmung des radioaktiven Inhaltes der Einschlüsse ist wegen ihrer geringen Größe nicht direkt ausführbar und nach mehreren vergeblichen Versuchen mußten oben genannte Autoren darauf verzichten. Es sind aber zahlreiche Analysen von Zirkonen zugänglich, und aus diesen kann man mit Sicherheit schließen, daß der Urangehalt eines Zirkons selten, wenn überhaupt, den Betrag von 10 % überschreitet. Nun waren die Einschlüsse in den von *Joly* und *Rutherford* untersuchten Biotitproben fast durchweg Zirkone, und daher wurde angenommen, daß der Urangehalt etwa 10 % betrug. Demzufolge würden die Altersbestimmungen für schwächer radioaktive Kerne („unterexponierte“ Höfe) zu klein ausfallen, jene für gutentwickelte Höfe jedenfalls von der richtigen Größenordnung. Aus dreißig solchen Messungen wurden Werte für das Alter des Haughtonits gefunden, die zwischen 20 und 470 Millionen Jahren schwankten. Die kleineren der Zahlenangaben haben wohl ihre Ursache darin, daß der Urangehalt der Kerne nicht 10 %, sondern in manchen Fällen sogar weniger als 1 % betrug, wie es ja öfters bei Zirkonen vorkommt. Dies würde eine Erhöhung der Altersbestimmung um etwa das Zehnfache bewirken.

Es ist erwähnenswert, daß diese Färbung in Mineralien durch Hitze und die Einwirkung des Sonnenlichtes zerstört wird. In dieser Hinsicht sind also Altersbestimmungen nach vorliegender Methode als Minimalwerte aufzufassen, obwohl im allgemeinen die Wirkung dieser zwei Faktoren für die in Betracht kommenden Gesteine von wenigem Belange sein dürfte.

Strutt konnte zeigen, daß Zirkone sehr häufig Thorium enthalten. Eine eventuelle Beimischung von Thorium im Zentralkörnchen würde bewirken, daß die oben gefundenen Werte des Alters etwas zu hoch wären, wenn auch in den Untersuchungen von *Joly* und *Rutherford* keine Thoriumhöfe auffindbar waren; die Thoriumverunreinigung muß also eine sehr geringe gewesen sein.

Jedenfalls ist den höheren Werten des Alters ein größeres Gewicht beizulegen, und genannte Autoren meinen, daß der Wert 400 Millionen Jahre für das untere Devon als der wahrscheinlichste zu gelten hat. Wie wir im folgenden sehen werden, stimmt dieser Wert mit dem für das Mitteldevon nach der „Blei“-methode (340 Millionen Jahre) ermittelten Werte recht befriedigend überein.

(Schluß folgt.)

Die Weilsche Krankheit als Kriegsseuche.

Von Dr. med. Heinrich Rosenhaupt, Arzt in Frankfurt a. M. (z. Zt. im Felde).

Die Krankheit, von der hier die Rede sein soll, die sog. *Weilsche Krankheit*, ist keine neue Krankheit. Es wird berichtet, daß im amerikanischen Sezessionskrieg (1861—65) über 70 000 Mann, d. h. 2—2,5 % der Truppenstärke, an einer ansteckenden Gelbsucht erkrankten. Diese ansteckende Gelbsucht ist als Krankheitsbild zum ersten Mal im Jahre 1886 im Deutschen Archiv für klinische Medizin an der Hand von 4 Fällen aus den Jahren 1870 und 1882 beschrieben worden von dem Kliniker *Weil* als „eine eigentümliche, mit Milztumor, Ikterus (Gelbsucht) und Nephritis (Nierenentzündung) einhergehende Infektionskrankheit“. Schon im darauffolgenden Jahre 1887 konnte am gleichen Orte *Fiedler* über 13 Fälle aus den Jahren 1876—1883 berichten. Er vertrat die Ansicht, daß es sich um eine akute Infektions- bzw. Intoxikationskrankheit handle, die mit keiner anderen bereits bekannten Infektionskrankheit, insbesondere mit Typhus, etwas gemein habe. Seine Untersuchungen, die sich auf die Annahme stützten, im Blute kreisende Spirillen seien die Krankheitserreger, verliefen ergebnislos. Die sporadisch auftretenden Fälle regten zu weiteren Untersuchungen an, und man glaubte auch vorübergehend, im *Bacillus proteus* den Erreger der Weilschen Krankheit gefunden zu haben. Im Jahre 1911 stellten *Hecker* und *Otto* umfangreiche Übertragungsversuche mit dem Blute Erkrankter an. Subkutan, intravenös und intraperitoneal behandelte Mäuse, Kaninchen und Meerschweinchen blieben gesund, nur ein mit am dritten Krankheitstage entnommenem Blut infizierter Affe erkrankte nach 30 Stunden an Durchfall und ging nach weiteren 26 Stunden ein. Die Untersucher sprachen die Vermutung aus, „daß der noch unbekannte Erreger mit großer

Wahrscheinlichkeit kein züchtbares Bakterium, sondern ein sich außerhalb des Körpers entwickelnder, speziell ein durch Zwischenträger — Insekten — verbreiteter Mikroorganismus, wahrscheinlich ein invisibles Virus“, sei.

Das Auftreten der Weilschen Krankheit im Kriege gab der Forschung allenthalben neuen Anstoß. Ehe jedoch auf ihre Ergebnisse eingegangen werden soll, sei das klinische Bild der Krankheit kurz geschildert.

Ganz plötzlich tritt allgemeines Krankheitsgefühl auf, Frost, Kopfschmerzen, Appetitlosigkeit und Brechreiz, manchmal auch Halbschmerzen mit Rötung und Schwellung der Rachenschleimhaut. Die Körperwärme steigt oft sofort bis zu 40° C an. Der Kranke fühlt sich äußerst matt und hinfällig. Am zweiten oder dritten Krankheitstage kommen heftige Muskelschmerzen hinzu, besonders in den Waden, die auch im weiteren Verlauf, ebenso wie die Bauchmuskeln, äußerst druckempfindlich bleiben. Am dritten, spätestens am vierten Tage stellt sich eine schnell zunehmende Gelbsucht ein. Die Färbung der Augen und der Haut ist oft tief braungelb. Manchmal ist eine Schwellung der Milz und der Leber nachweisbar, oft ist aber eine genaue Feststellung infolge der schon erwähnten Überempfindlichkeit der Bauchdecken nicht möglich. Meist sind die Stühle häufig und dünn und zuweilen infolge des Fehlens des Gallenfarbstoffs grauweiß. Der Harn zeigt die charakteristische Braunfärbung durch Gallenfarbstoffe, die sich auch chemisch nachweisen lassen. Er enthält außerdem Eiweiß, manchmal auch Nierenepithelien und Zylinder als Zeichen einer entzündlichen Reizung der Niere. Treten, wie das in schwereren Fällen regelmäßig geschieht, Blutungen aus den Schleimhäuten als Nasenbluten oder Darmbluten und Blutergüsse unter die Haut und in die Muskulatur auf, dann findet man auch im Harn blutige Beimengungen. Die Herz-tätigkeit ist dem Fieber entsprechend beschleunigt und bei schwereren Fällen oft unregelmäßig und schwach. Die Kranken sind bisweilen stark benommen. Gegen Ende der ersten Krankheitswoche beginnt das Fieber abzusinken, in den schweren Fällen plötzlich zu subnormalen Temperaturen (34,5°), wobei gleichzeitig eine zunehmende Herzschwäche eintritt; gelingt es nicht, sie wirkungsvoll durch Arzneimittel (Campher, Strophantin usw.) zu bekämpfen, so tritt in diesem Stadium in selteneren Fällen der Tod ein. Todesfälle in den ersten Krankheitstagen scheinen zu den allergrößten Seltenheiten zu gehören. Ist die kritische erste Fieberperiode überwunden, so besteht kaum noch Lebensgefahr. Fieberhafte Nachschübe sind jedoch nicht selten, und sie treten in 10—14-tägigen Zwischenräumen manchmal noch zweimal auf, nehmen jedoch jedesmal in ihrer Schwere erheblich ab.

In allen Fällen schreitet die Genesung recht langsam fort, nur allmählich schwindet die Gelb-

sucht und die Reizerscheinungen an den Nieren. Die Kranken sehen blaß aus und zeigen auch eine erhebliche Verminderung des Blutfarbstoffs. Sie sind noch längere Zeit in ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit beeinträchtigt. Wie nach typhösen Erkrankungen, tritt vielfach Haarausfall ein. Nicht selten kann man als Nachkrankheit eine Regenbogenhautentzündung am Auge mit vorübergehender Bildung kreisförmig angeordneter Niederschläge auf der Linsenoberfläche beobachten. Sie macht nur leichte Sehstörungen und verschwindet bald von selbst. Man kann im allgemeinen damit rechnen, daß mindestens drei Monate bis zur völligen Wiederherstellung vergehen.

Führt die Krankheit zum Tode, so findet man bei der Leichenöffnung neben der Gelbfärbung der Haut auch eine aller inneren Organe, der serösen Häute und der Muskulatur; fast nie fehlen Blutungen in den Muskeln, besonders in den Bauchmuskeln, die Milz ist öfter, aber nicht immer vergrößert, ebenso die Leber. Mit dem Mikroskop kann man an der Niere öfters entzündliche Prozesse nachweisen, an der Leber einen völligen Zerfall der Struktur. Die Neigung zu Blutungen — ein Zeichen vieler septischer Erkrankungen (Blutvergiftungen) — findet oft auch in Blutungen aus den Nieren und der Darmwand und in die harten Hirnhäute ihren Ausdruck.

Das zweite Kriegsjahr 1915 hat die Weilsche Krankheit als Kriegsseuche wieder vor uns entstehen lassen, wenn sie auch nach der Zahl der Fälle und nach den vorübergehenden und dauernden Verlusten, die sie dem Heere brachte, gegen die anderen Infektionskrankheiten ganz zurücktritt. Es konnte nun auch ihre Infektiosität, d. h. ihre Übertragbarkeit, und ihr Erreger festgestellt werden. Vermutlich ist dies zuerst im Frühjahr 1915 in Japan durch *Indana* und seine Mitarbeiter geschehen. Unabhängig von diesen Untersuchern ist in Deutschland fast gleichzeitig von je 2 Forschern die Übertragbarkeit der Krankheit experimentell nachgewiesen und der Erreger erkannt worden. Am 21. Oktober 1915 erschien in der Deutschen Medizinischen Wochenschrift eine Mitteilung von *Hübener* und *Reiter*, nach der es ihnen gelungen war, durch Blut von *Weil*-kranken, das man einem Meerschweinchen intraperitoneal eingespritzt hatte, bei dem Versuchstier nicht nur klinisch, sondern auch pathologisch-anatomisch ein der Weilschen Krankheit gleichendes Krankheitsbild zu erzeugen. Sie beschrieben gleichzeitig Gebilde, die sie in Gewebsteilen der infizierten Tiere gefunden hatten, besonders im Leberausstrich, die „man am besten mit den feinsten Geißeln von Trypanosomen vergleicht“. Die 10 Tage später, am 31. Oktober 1915, in der „Medizinischen Klinik“ erschienene Veröffentlichung von *Uhlenhuth* und *Fromme* bestätigte die Übertragbarkeit und beschrieb die Krankheitserreger als typische Spirochaeten.

Hübener und Reiter haben dieser Spirochaete, da sie endständige, knospenförmige Gebilde zeigt, den Namen *Spirochaete nodosa* gegeben, ein Name, der nach Ansicht des Protozoenforschers Gonder nicht gut gewählt ist, da diese Knospen erst Folgen einer Austrocknung, also Kunstprodukte, seien. Der Nachweis der Spirochaeten der Weilschen Krankheit gelingt in der Meerschweinchenleber am leichtesten. Sie bewegen sich im Dunkelfeld von Leberaufschwemmungen mit wurmförmlichen Krümmungen mäßig lebhaft durch das Gesichtsfeld. In der menschlichen Leber an Weilscher Krankheit Verstorbener konnten sie mit Levaditfärbung nachgewiesen werden.

Es ist neuerdings auch gelungen, die Spirochaete in der Kultur zu züchten, am besten anaerob, d. h. unter Luftabschluß mit Paraffin auf einem aus fünffach mit physiologischer Kochsalzlösung verdünntem Kaninchenserum bestehenden Nährboden. Als Ausgangsmaterial hat sich außer dem Blut Kranker vor allem auch ihr Harn bewährt, der bis zum 63. Krankheitstag Spirochaeten enthalten kann.

Mit diesen Methoden, Tierversuch und Züchtung, ist man jetzt auch imstande, Fälle von Weilscher Krankheit, bei denen es nicht zur Ausbildung aller charakteristischen Krankheitserscheinungen gekommen ist, zu erkennen, und es ist mehr als wahrscheinlich, daß im Frieden gelegentlich beobachtetes gehäuftes Auftreten von Gelbsucht in einer Familie oder in benachbarten Häusern, das meist als die Folge einer aus gleicher Ursache stammenden Darminfektion oder Intoxikation aufgefaßt wurde, leichte abortive Fälle von infektiöser, durch die Spirochaete hervorgerufener Gelbsucht waren. Im Tierversuch hat es sich sogar gezeigt, daß trotz nachgewiesener Spirochaeteninfektion in seltenen Fällen das Hauptsymptom, die Gelbsucht, fehlen kann. Wesentlich für den Erfolg des Tierversuches ist es, daß das zur Infektion verwendete Blut aus den ersten Tagen der Krankheit stammt.

Die Infektion mit den Spirochaeten ist im Versuch gelungen durch Einreibung virushaltigen Meerschweinchenblutes in die skarifizierte Haut sowie durch Einträufelung von Blut in den Bindehautsack des Auges. Nicht gelang sie durch Einreiben von Virusblut in die unverletzte Bauchhaut, ebensowenig durch Verfütterung von infektiösem Material. Wir müssen schon aus diesen Feststellungen schließen, daß gemeinhin die Übertragung in den Blutweg erfolgt und weiter, daß bei dem „Gelben Fieber der gemäßigten Zone“, wie man die Weilsche Krankheit genannt hat, die Infektion der Blutbahn durch einen tierischen Überträger stattfindet. Infektionen durch die Augenbindehaut, wie sie im Tierversuch gelangen, haben wohl nur in Laboratoriumsfällen ihr Gegenstück, wo das durch künstliche Infektion oder Züchtung angereicherte Infektionsmaterial in Frage kommt. Es liegen mehrere derartige Unglücksfälle vor, und einer von ihnen

hat leider den Tod des früher erwähnten Protozoenforschers Gonder zur Folge gehabt. Ihm war Leberbrei infizierter Meerschweinchen durch schlechtes Funktionieren einer Spritze in das Auge gespritzt.

Bei den Epidemien von Weilscher Krankheit spielt wohl nur die Übertragung durch Insekten eine Rolle. Ansteckungen durch Berührung oder im Krankenhaus sind bis jetzt nicht bekannt, dagegen ist die Zeit des gehäuften Vorkommens der Weilschen Krankheit die Jahreszeit, in der stechende Insekten fliegen. Reiter und Ramme haben sich dieser Frage zugewandt. Nach ihrer Anschauung kommen Läuse, Flöhe und Zecken als Überträger nicht in Frage, sonst müsse sich die Krankheit zur Massenseuche ausbilden. Auch Culex und Anopheles glauben sie ausschließen zu können, denn sonst müsse die Weilsche Krankheit in Malariagegenden häufiger sein. Die Verbreitung im und durch den Krieg spricht dafür, daß im Freien lebende und sich entwickelnde Stechfliegen in Betracht kommen. Sie lehnen daher die Stubenstechfliege, auch Wadenstecher genannt (*Stomoxys calcitrans*), die sich im Stallung entwickelt und in geschlossenen Räumen aufhält, ab. Von den sich im Wasser entwickelnden Stechfliegen kommen Chrysops coecutiens wegen ihrer Seltenheit und die Tabanusarten wegen ihrer Vorliebe für das Vieh kaum in Betracht; so bleibt als wahrscheinlichster Überträger die blinde Regenbremse (*Haematopota pluvialis*). Ihre große Stechlust, ihre Fähigkeit, durch die Kleidung hindurchzustechen und die Gewohnheit, kurze Saugakte in kurzen Zwischenräumen auszuüben, machen sie noch besonders geeignet. Auch im Meerschweinchenversuch ist in seltenen Fällen durch sie die Übertragung gelungen.

Die ältere Angabe, daß Fleischer besonders zu Weilscher Krankheit disponieren, läßt vermuten, daß auch Insekten, die ihre Eier gelegentlich in das Schlachtfleisch legen, als Überträger in Frage kommen. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß die Fälle, die zu dieser Annahme führen, Infektionen der Gallenwege vom Darm aus mit Paratyphus-B-Bazillen waren, die ein der Weilschen Krankheit ähnliches Krankheitsbild zu erzeugen imstande sind. Da der Paratyphus-B-Bazillus auch beim Rind, Schwein und Schaf recht häufig anzutreffen ist, so liegt es um so mehr nahe, bei Fleischern eine derartige Infektion anzunehmen.

Nach der Angabe japanischer Forscher spielen auch Ratten eine Rolle bei Übertragung der Weilschen Krankheit. Ido und seine Mitarbeiter konnten bei 39,5 % der von ihnen untersuchten Feld- und Hausratten Spirochaeten, und zwar hauptsächlich in der Niere, nachweisen, so daß es nicht unwahrscheinlich ist, daß der Harn dieser Nager bei dem Zustandekommen der Epidemien mitwirkt.

Mit der Entdeckung des Erregers war natür-

lich seine Bekämpfung und damit die spezifische Behandlung der durch ihn hervorgerufenen Krankheit auf eine feste Grundlage gestellt. Die therapeutischen Versuche am Tier führten zunächst zur Chemotherapie. Seit wir im Atoxyl ein Spezifikum gegen die Trypanosomen der Schlafkrankheit und im Salvarsan ein solches gegen den Erreger der Syphilis, die *Spirochaete pallida*, haben, waren von vornherein Hinweise in dieser Richtung vorhanden, aber weder Argentum colloidal, noch Collargol, noch Stibium colloidal, noch Hydrargyrum atoxylicum, noch Argentum atoxylicum, noch Atoxyl, noch Optochin (*Morgenroth*), noch schließlich Neosalvarsan führten zu therapeutischen Erfolgen.

Als anderen Weg zur Bekämpfung des Erregers und zur Heilung des Kranken gab es den der Serumtherapie. Es zeigte sich, daß Versuchstiere, die eine schwache Infektion hinter sich hatten, bei einer erneuten Infektion mit hochvirulentem Material nicht erkrankten. Es war also eine aktive Immunisierung, d. h. durch den abgeschwächten Krankheitserreger selbst, gelungen. Es scheint jedoch dabei die Verwendung von lebendem Virus nötig zu sein. Versuche, wie die der *aktiven Immunisierung* gegen Typhus und Cholera, wo abgetötete, nicht mehr vermehrungsfähige Krankheitserreger in dosierter Menge eingespritzt werden, haben bei der Weilschen Krankheit keinen sicheren Erfolg gehabt. Weder ausgetrocknetes Virusblut noch Mischungen von Virus, das durch Karbol, Kresolseifenlösung oder Äther geschädigt war, hatte Erfolg. Die Angaben japanischer Forscher, daß sie mit Aufschwemmungen spirochaetenhaltiger Leber in ½-prozentiger Karbollösung zum gewünschten Ergebnis kamen, bedürfen noch der Nachprüfung.

Da die aktive Immunisierung nur als vorbeugende Maßnahme zur Verhütung der Infektion in Frage kommt, ist ihre Anwendung bei der relativen Seltenheit der Weilschen Krankheit und bei dem Fehlen größerer Epidemieherde jedoch nicht von praktischer Bedeutung.

Wie steht es dagegen mit der *passiven Immunisierung*, einer Methode, für die die Diphtherieserumbehandlung das bekannteste Beispiel ist? Bei ihr werden die im fremden Körper erzeugten Gegengifte durch sein Serum dem erkrankten Körper zugeführt. Schon die ersten Versuche von *Uhlenhuth* und *Fromme* hatten gezeigt, daß das *Rekonvaleszenten*serum imstande ist, Tiere vor der Infektion zu schützen. Auch Versuche am Krankenbett mit Rekonvaleszenten-serum hatten guten Erfolg. Des weiteren gelang es, im Hammel- und Eselserum Schutzstoffe zu erzielen, und das pharmazeutische Institut L. W. Gans in Oberursel befaßt sich schon mit der technischen Herstellung hochwertigen Serums gegen die Weilsche Krankheit. Es scheint also, als ob ihre *spezifische Behandlung durch passive Immunisierung* gelungen und der Weg von der Erkennung des Krankheitserregers zu seiner spe-

zifischen Bekämpfung schnell durchlaufen worden sei.

Was die allgemeinen Vorbeugungsmaßnahmen gegen die Weilsche Krankheit, die die Franzosen inzwischen als *Spirochétose ictéro-hémorragique*, also als eine durch Spirochaeten hervorgerufene durch Gelbsucht und Blutungen gekennzeichnete Krankheit für sich neu entdeckt haben, anlangt, so bestehen sie wie bei vielen anderen Infektionskrankheiten in einer energischen Stechfliegenbekämpfung. Daß dabei energische Maßnahmen zum Ziele führen, haben die südamerikanischen Erfolge bei Bekämpfung der *Stegomya*, der Überträgerin des Gelbfiebers, gezeigt, das in weiten Länderstrecken zum Verschwinden gebracht wurde. Vielleicht hat auch noch die Bekämpfung der Ratten dabei eine Bedeutung. Auch für sie gibt es, von der Pestbekämpfung her, erfolgverheißende Vorbilder.

Am Krankenbett empfiehlt sich vor allem sofortige Desinfektion des Urins, der ja, wie schon erwähnt wurde, lange Zeit noch Spirochaeten enthält.

Im Laboratorium schützt man das Auge und bedient sich zweckmäßig der Gummihandschuhe, damit nicht der Erreger durch kleine unbeachtete Hautrisse an den Fingern in den Blutkreislauf wandert.

Im großen und ganzen werden wir aber wohl damit rechnen können, daß die Weilsche Krankheit bei den geordneten Lebensverhältnissen des Friedens wieder ebenso selten wird, wie sie vordem war. Aber auch im Krieg ist ihre Bedeutung nicht allzu groß; die Erkrankungsanzahl ist verhältnismäßig sehr klein, und die Sterblichkeit scheint je nach dem Krankenmaterial zwischen 0,5 und 8 % zu schwanken.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Die wirtschaftlich-politische Wandlung der Vereinigten Staaten von Amerika.

In der Sitzung am 5. Mai hielt Geheimrat Prof. A. Penck (Berlin) einen Vortrag mit Lichtbildern über die *wirtschaftlich-politische Wandlung der Vereinigten Staaten von Amerika*. Die endgültigen Ursachen jener Änderung in der amerikanischen Geschichte, die sich zuerst 1898 in dem Überfall auf Spanien und zuletzt in der Kriegserklärung an Deutschland geltend machte, sind geographischer Art. Der Redner erläuterte diese These zuerst an der Schilderung der politischen Besitzergreifung des Staatsgebietes, das in seinem jetzigen Umfange Europa an Größe gleichkommt. Nachdem die dreizehn Atlantischen Staaten ihre Unabhängigkeit von England erkämpft hatten, kauften sie 1803 Louisiana von Frankreich, 1819 Florida von Spanien und rückten später durch Annexion von Texas, Kalifornien und Oregon bis an den Pazifischen Ozean vor, so daß um die Mitte des vorigen Jahrhunderts aus dem atlantischen Küstenstaat ein transkontinentaler, zwischenozeanischer Staat entstanden war. Länger dauerte die Besiedelung der weiten Flächen, weil im Mississippigebiet erst ausgedehnte Urwälder durch Rodung in Ackerland umgewandelt werden mußten. Die Siedelung drang langsam nach Westen vor, und noch 1783 bildete der

Mississippistrom die Grenze des besiedelten Landes. Heute ist diese bis zum 100. Meridian westlicher Länge vorgerückt, der ungefähr die Mittellinie der Vereinigten Staaten bildet. Hier ist der zusammenhängenden Siedelung eine unüberschreibbare Grenze gesetzt, denn das Klima wird trockener, der Boden ungeeignet für den Ackerbau und schließlich auch für die Viehzucht. Allerdings lockte die Entdeckung des Goldes in Kalifornien viele Tausende noch weiter bis an die Küsten des Pazifischen Ozeans, und auch überall dort, wo Wasser vorhanden oder künstliche Bewässerung möglich war, entstanden kleinere und größere Siedlungsgebiete. Aber sie sind durch wüstenhafte Strecken voneinander getrennt, also gewissermaßen Kulturoasen, die stets solche bleiben werden. Niemals kann es in der Westhälfte der Vereinigten Staaten zu einer zusammenhängenden Besiedelung kommen, etwa so, wie wir sie in Europa haben, weil die geographischen Verhältnisse, Boden und Klima, es nicht gestatten. Von besonderer Wichtigkeit ist nun, daß der besiedelte Teil Kanadas als ein Ausläufer des zusammenhängenden Siedlungsgebietes in der Osthälfte der Vereinigten Staaten betrachtet werden muß, das namentlich an zwei Stellen über die kanadische Grenze nach Norden hinübergreift. Einmal ist dies der Fall in der Region des St. Lorenzstromes und der Großen Seen, wo eine starke Einwanderung der kanadischen Bevölkerung in die Neu-England-Staaten stattfindet. Weiter westlich folgt dann im südlichen Kanada unbesiedeltes Gebiet, das allerdings nicht mit unbewohntem verwechselt werden darf. Auch dort gibt es Eisenbahnstationen sowie kleinere Ansiedlungen und Bergwerkstädte, die aber nur durch Eisenbahnen, nicht durch Landstraßen miteinander verbunden sind. Der Lake of the Woods liegt noch in menschenleerer Gegend, aber nur wenig weiter westlich greift die große Volksdichte Nord-Dakotas über die Grenze nach Manitoba hinüber. Hier auf dem vorzüglichen Weizenboden in der Umgebung des Winnipegsees hat, umgekehrt wie im Osten, eine starke Einwanderung aus den Vereinigten Staaten nach Norden hin stattgefunden. Jeder Amerikaner ist fest überzeugt, daß dieser Teil Kanadas später an die Vereinigten Staaten fallen wird, ein Prozeß, den man nicht künstlich beschleunigt, weil man ihn sicher voraussieht. Ganz anders liegen die Verhältnisse an der Südgrenze gegen Mexiko. Nur in einem verhältnismäßig schmalen Streifen erreicht hier das Siedlungsgebiet der Vereinigten Staaten den Unterlauf des Rio Grande del Norte, des Grenzflusses von Mexiko. Aber fast das ganze nördliche Mexiko ist Wüste oder unbesiedeltes Land, und viele hundert Kilometer trennen den Rio Grande del Norte von dem Hauptsiedlungsgebiet des Mexikanischen Hochlandes.

In zahlreichen Lichtbildern zeigte der Vortragende dann charakteristische Typen der einzelnen Landschaftsformen, die kahlen, vielfach durch die Erosion stark gefurchten Flächen der Bad Lands, die Flugsanddünen, welche Formen schaffen, die den von Sven Hedin aus Zentralasien geschilderten gleichen, den tief in die nackten Felsen eingeschnittenen Canon des Coloradoflusses, Gebiete, die immer unbesiedelt bleiben werden. In wohlthuendem Gegensatz zu diesen öden Landschaften stehen die Urwälder, die aus dem Osten fast ganz verschwunden sind, aber in den Palmendickichten Süd-Floridas ihre prächtigste Entfaltung finden. Höchst eigenartig ist die von dort ihren Ausgang nehmende Eisenbahn, welche auf zahlreichen Brücken und durch das Meer hindurch gebauten Dämmen die lange

Inselkette der Florida Reefs miteinander und mit dem Festlande verbindet. Die Schwierigkeiten, welche der Bau dieser Bahn bot, konnten nur angedeutet werden. So mußten die Ingenieure auf Hausbooten, die Arbeiter in Eisenbahnzügen wohnen, da auf den schmalen Dämmen kein Platz für Häuser war. Während die Kulturarbeit im Westen hauptsächlich auf die Wasserbeschaffung hinauskommt, besteht sie im Süden in der Rodung der Wälder. An der pazifischen Küste tritt der Urwald stellenweise mit Bäumen, die bis 100 m hoch werden, ans Meer. Auch die gewaltigen Talsperrungen mit den hinter ihnen aufgestauten Seen wurden in Bildern vorgeführt.

Am Ende des vorigen Jahrhunderts war fast alles nutzbare Land von den Weißen in Besitz genommen, eine Landnahme in buchstäblichem Sinne, denn das Land wurde seinen rechtmäßigen Besitzern, den Indianern, genommen, ein trübes Kapitel der amerikanischen Geschichte. Heute handelt es sich lediglich um eine Auffüllung der besiedelten Fläche, die nur noch einer geringfügigen Ausdehnung fähig ist. Die 5 700 000 Farmen haben im Durchschnitt eine Größe von 60 ha, so daß auf den Kopf der Bevölkerung etwa 5 ha Farmfläche kommt. Die Hälfte des Staatsgebietes ist somit Farmland, das jedoch nicht überall unter Kultur genommen ist.

Die Besitznahme des Landes war im Zeichen des Ackerbaues geschehen, die weitere Entwicklung aber rückte die Industrie immer mehr in den Vordergrund. Noch 1880 war die ackerbautreibende Bevölkerung doppelt so stark als die industrielle, und jetzt dürften sich beide Beschäftigungsklassen das Gleichgewicht halten. War es früher der Landreichtum, der Einwanderer anlockte, so wurden solche jetzt erforderlich für die Bergwerke und Industrien. Die Folge war eine bis dahin in der Weltgeschichte nie dagewesene Intensität der Einwanderung, die vor dem Ausbruch des Krieges 1 200 000 im Jahre erreichte. Zwei große Auswandererdampfer mit ein bis mehreren tausend Menschen kamen wochentäglich in New York an, so daß der Teil des Atlantischen Ozeans auf den großen Dampferwegen menschenreicher war als das östliche Sibirien. Aber diese neue Einwanderung zeigt einen ganz anderen Charakter als die frühere, die einen germanisch-britisch-irischen Anstrich hatte. Anfang der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts betrug die deutsche Einwanderung 200 000 bis 300 000 jährlich, jetzt nur noch ein Zehntel. Der deutsche Anteil an der Bevölkerung ist daher im Zeitraum 1900 bis 1910 um 300 000 Seelen, der irische 1890—1910 um 500 000, und selbst der britische, allerdings nur um einen kleinen Betrag, zurückgegangen. Die in Großbritannien oder in britischen Kolonien geborenen Einwohner der Vereinigten Staaten dürften jetzt, ebenso wie die in Deutschland geborenen, etwa $2\frac{1}{2}$ Millionen betragen. Seit 1880 hat die Einwanderung von Slaven, seit 1890 diejenige von Italienern und Magyaren, seit 1900 vor allem die der russischen Juden zugenommen. Sie sind willkommen als Arbeitskräfte, aber nicht willkommen als Bürger, da sie von geringerer Intelligenz sind und sich weniger leicht assimilieren als die früheren Einwanderer. Diese südosteuropäische Einwanderung hat 4,7 Millionen, die nordwesteuropäische 6,9 Millionen geliefert. Die Hauptmasse der neuen Einwanderer bilden eine deutlich geschiedene Unterschicht, ein weißes, großstädtisches Proletariat, das zusammen mit dem schwarzen Proletariat der Neger 14,5 Millionen, d. i. fast 16 % der Bevölkerung, ausmacht. Der gewaltige Aufschwung

der amerikanischen Industrie hat eine fast unbeschränkte Herrschaft der Plutokratie zuwege gebracht, wie wir sie sonst nirgends auf der Erde sehen. Diese Plutokratie bildet eine dünne Oberschicht in Gemeinschaft mit den Abkömmlingen der ersten Einwanderer, die sich als Aristokraten fühlen, und deren Stammbäume meist nach England führen. Die Mittelschicht zwischen den beiden Extremen der Plutokratie wie der Aristokratie einerseits und dem weißen und schwarzen Proletariat andererseits bildet die große Masse des amerikanischen Volkes, die der Träger aller tüchtigen Eigenschaften ist, aber durch ihre Abhängigkeit von der plutokratischen Oberschicht zur Ohnmacht verurteilt und vielfach auch ungünstig beeinflusst wird. In dieser breiten, etwa 80 % der gesamten Bevölkerung umfassenden Mittelschicht steckt auch das Deutsch-Amerikanertum, das etwa 12 % derselben ausmacht. Aber mit dem Sinken der Einwanderung aus Deutschland ist auch der Einfluß der Deutsch-Amerikaner geringer geworden, während das politische Verhältnis zu England sich dauernd gebessert hat. Die alten schweren Bedrückungen der Vereinigten Staaten durch Großbritannien sind vergessen, und das Streben des britischen Imperialismus hat drüben Verständnis und Nachahmung gefunden. Spanien ist unter nichtigem Vorwande überfallen worden, und der Prozeß des Hinausdrängens fremder Staaten aus Amerika nimmt einen ungehinderten Fortgang. Durch ihren Eintritt in den Krieg wollen die Vereinigten Staaten den gefährlichsten Rivalen der ganzen angelsächsischen Welt beseitigen, in der sie später die führende Rolle zu spielen gedenken. O. B.

Entomologische Mitteilungen.

Die Lebensweise der Schildkäfer. Die Schildkäfer oder *Cassiden* sind primär, soweit sie nur auf mancherlei Unkräutern aus der Klasse der *Kompositen* parasitieren, keine Schadinsekten im eigentlichen Sinne. Sie haben aber auch schon mancherorts die Zuckerrübenfelder befallen und dann empfindlichen Schaden gestiftet. Aus diesem Grunde ist es auch für die angewandte Entomologie von einiger Wichtigkeit, daß die Biologie der Schildkäfer klarliegt. R. Kleine (Stettin) veröffentlicht in den *Entomologischen Blättern* (13. Jahrg. 1917, Heft 1—3) eine Reihe von Beobachtungen, die es ihm gelang, über die Lebensweise von *Cassida murraea* L. anzustellen: Das Eiweiß enthält nur wenige, höchstens 3 Eier, die zumeist an der Unterseite der Blätter in einer vorher von dem Weibchen ausgefressenen Höhlung abgelegt werden. Die Eiruhe dauert etwa 14 Tage, darnach schlüpfen die jungen Larven aus. Diese haben die Gewohnheit, sich mit ihrem Kot zu bedecken und bieten dadurch oft ein ganz phantastisches Aussehen. Interessant ist, daß die Figuren, die durch die Kotanhäufung entstehen, konstant sind und geradezu als Artmerkmal bezeichnet werden können. Ende Juni sind die ersten Puppen zu bemerken, nach 8—10-tägiger Puppenruhe erscheinen die Käfer. Die jungen Käfer sind grün, sie verfärben sich aber nach einigen Wochen: die ausgewachsenen Tiere sind ziegelrot. Die *Cassida*-Arten haben durchwegs eine einjährige Generation. Die Käfer treten sehr frühzeitig im Jahre auf; sie benützen schon die ersten günstigen Frühlingstage Ende April zum Schwärmen. Die bevorzugten Standpflanzen aller *Cassida*-Arten gehören den *Kompositen* an, und hier sind es vornehmlich die Gattungen *Inula* und *Pulicaria*, auf denen sie am häufigsten anzutreffen sind. Der

allgemein verbreiteten Ansicht, als ob die Tiere auch Pflanzen aus der Klasse der *Labiata* (Lippenblütler), und zwar aus der Gruppe der *Menthoideen*, gerne befielen, kann der Verfasser auf Grund seiner Fütterungsversuche mit *Lycopus* und *Mentha* nicht beipflichten. Selbst ganz hungrige Tiere verschmähten diese Pflanzen. Sehr charakteristisch für die einzelnen Schildkäfer sind die Fraßbilder, welche sie auf ihren Standpflanzen verursachen. Bei eingehendem Studium ist es möglich, die Fraßbilder zur sicheren Bestimmung der einzelnen Arten zu verwenden. Die Beschaffenheit des Blattes, ob filzig oder glatt, ob stark oder zart, spielt dabei natürlich eine große Rolle. Eine weitere Unterscheidung ist insofern möglich, als die Fraßbilder der Larven und der Käfer, wenn auch ihre Verwandtschaftlichkeit unverkennbar ist, doch einigermaßen voneinander abweichen.

Das Auftreten des grauen Lärchenwicklers im Oberengadin. Der graue Lärchenwickler (*Grapholitha diniana* Gn. Ind. = *Steganoptycha pinicolana* Zell.), ein zu der Familie der Wickler (*Tortriciden*) gehöriger Kleinschmetterling, zählt im Hochgebirge in Lärchenwäldungen mit sonniger freier Lage zu den gefährlichsten Schädlingen; in Tirol, wie im Engadin hat er schon mehrmals beträchtliche Schädigungen hervorgerufen. So sind aus dem Oberengadin die letzten großen Fraßbeschädigungen aus den Jahren 1886/88 überliefert. Während nun früher die Intervalle zwischen den einzelnen Ruheperioden nur 8, 13 und 6 Jahre betrugen, hat es diesmal 23 Jahre gedauert, bis in den Jahren 1911/13 wieder eine Massenvermehrung des Wicklers zu beobachten war. Dr. J. Coaz, schweiz. Oberforstinspektor a. D., gibt darüber in der *Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen* (1917, Jahrg. 68, Heft 3 und 4) einen ausführlichen Bericht. Begünstigt durch den trockenen Frühsommer 1911 wurden die ersten durch die Raupen des Lärchenwicklers verursachten Fraßbeschädigungen, die sich durch das Braunwerden der Lärchennadeln äußerten, schon anfangs Juni entdeckt. Wenn die Raupen, etwa Ende Juni, ihren Fraß beendet haben, spinnen sie sich an ihren Fäden von den Bäumen herunter, um sich am Boden unter der trockenen Nadeldecke zu verpuppen. Das Schlüpfen der ersten Falter erfolgt im August, die stärkste Flugzeit fällt in die ersten Septembertage. Die Weibchen legen ihre Eier, meist 5—15 vereint, mit Hilfe ihrer Legeröhre unter Rindenschuppen oder in Rindenrisse. Auch zwischen den Schuppen der Lärchenzapfen fanden sich solche Eiergruppen. Ein Weibchen vermag 150 bis 300 Eier zu legen, wie aus Untersuchungen der Ovarien frischgepaarter weiblicher Falter hervorging. Im darauffolgenden Jahre 1912 wurden die Lärchenwäldungen des Oberengadins, insbesondere diejenigen der Sonnenseiten und längs Gewässern, in einem Höhenstreifen zwischen 1900 und 2200 m ü. M., wieder sehr stark von den Raupen des Wicklers heimgesucht. Seine Verbreitung war sogar noch eine größere geworden. Immerhin ergaben die Untersuchungen schon damals auch eine starke Vermehrung der natürlichen Feinde des Wicklers, *Schmarotzerinsekten* aus der Familie der *Schlupfwespen* (*Ichneumoniden*). Ihrem Auftreten ist es daher wohl zuzuschreiben, daß im Jahre 1913 der Fraß im Oberengadin schon fühlbar nachgelassen hatte. Der Schaden, den der Lärchenwickler verschuldete, bestand in dem Eingehen zahlreicher über die Wäldungen hin verstreuter Lärchenstämme und in der störenden Einwirkung auf den Zuwachs der befallenen Bäume. Selbstverständlich stellt

daneben die häßliche Verbräunung der Baumkrone auch noch einen sehr auffälligen Schönheitsfehler der Landschaft dar. Als Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Schädling wurde bisher neben dem Einsammeln der Puppen in der Nadeldecke des Bodens, was natürlich ein sehr mühseliges Verfahren darstellt, empfohlen, in den von dem Insekt im ersten Fraßjahr nur sehr sporadisch befallenen Waldungen Rauch zu entwickeln und später während der Hauptflugzeit zur Anziehung des Falters Feuerherde anzulegen. Der Erfolg wird aber wohl mit keiner dieser Methoden durchschlagend sein können; deshalb rät Coaz, soweit nicht die Übervermehrung der Schmarotzerinsekten die Arbeit des Menschen weiterhin noch wirksamer unterstütze, zu forstwirtschaftlichen Maßnahmen, durch die bessere Ergebnisse im Kampf gegen den Schädling erzielt werden können. Da reine lichte Lärchenwaldungen von dem Wickler am meisten befallen, dagegen Lärchengruppen in lichten gemischten Waldungen meistens verschont wurden, schlägt Coaz eine allmähliche Umwandlung der reinen Lärchenwaldungen der Befallsgebiete in tunlichst mit Fichte und Arve gemischte Waldbestände mit schwacher Vertretung der Lärche vor. Davon und von der Errichtung von Vogelherden zum Schutze der insektenfressenden Vögel, wie der Meisen und der Spechte, erhofft sich der Verfasser einen vollen Erfolg.

Zur Biologie der Sandkäfer. Die Sandkäfer oder *Cicindeliden* sind buntgefärbte, den Laufkäfern (*Carabiden*) verwandte Insekten, die an sonnenwarmen Tagen, an sandigen Plätzen, vom Meeresstrande bis hinauf ins Hochgebirge leicht zu beobachten sind, wie sie eilig vorüberhuschen und der Jagd auf kleinere Insekten obliegen. Sonnenwärme und Sandboden sind die beiden Lebensbedingungen, welche die Käfer zu ihrem Gedeihen gebrauchen. Fehlt die direkte Sonnenbestrahlung, so scheinen die Tiere nach den Feststellungen Hanns von Lengerkens (*Deutsche Entomologische Zeitschr.* Jahrg. 1916, Heft 5/6) ihre Flugfähigkeit geradezu zu verlieren. Ergreift man bei bedecktem Himmel einen Käfer und wirft ihn in die Luft, um ihm Gelegenheit zu geben, zu entfliegen, so fällt das Tier, ohne nur den Versuch dazu gemacht zu haben, zu Boden. H. v. Lengerken hat seine Studien an *Cicindela maritima* und *C. hybrida* gemacht, welche beide im Dünengebiet der Ostsee häufig vorkommen. Beim Fliegen stellt der Käfer seine Elytren (Flügeldecken) beinahe senkrecht nach oben, der Leib ist dabei schräg nach hinten geneigt, um durch diese Stellung das Abströmen der Luft während des Fluges zu erleichtern. Da die Tiere aus dem Sande das ihnen nötige Trinkwasser entnehmen, suchen sie gerne feuchte Stellen des Sandbodens auf, dort schlagen sie ihre Mandibeln (Mundwerkzeuge) bis zur Wurzel ein und lecken das Wasser auf. Ist der Sand nicht mehr sehr naß, so vollführen die Käfer diese Prozedur oft mehrmals hintereinander an verschiedenen Punkten. Ist der Sand aber schon so trocken, daß nur mehr seine tieferen Partien wasserhaltig sind, so scharren sich die Tiere von den Sandkörnern einen größeren Haufen zusammen und lecken die Feuchtigkeit zwischen den einzelnen Sandteilchen heraus. Wahrscheinlich um ihrem Körper eine gewisse Feuchtigkeitsmenge zuzuführen, graben sich die *Cicindela*-Arten häufig über Nacht in eine bogenförmige Röhre in den Sand ein, an deren tiefster Stelle sie ruhig sitzen. Bei diesen Grabarbeiten entwickeln sie eine meisterhafte Geschicklichkeit, Beine und Mundwerkzeuge arbeiten trefflich zusammen,

um in kürzester Zeit den Röhrenbau zu vollenden. In den Zuchten Lengerkens erhielten die Käfer meist frischgetötete Fliegen, die sie mit kräftigem Zupacken ergriffen. Wie um ihre Beute an einen gesicherten Platz zu schaffen, rennen die Tiere dann mit ihr eine Strecke weit fort. Erst nachdem sie die Körperflüssigkeit aufgeleckt haben, beginnen sie mit dem Freßakt. Die Begattung findet, bei der Lebensweise der Sandkäfer aus leicht erklärlichen Gründen, nur an sehr heißen Tagen statt. Die Tiere fliegen zuerst eine Weile lebhaft sattend umher, dann stürzt sich plötzlich das Männchen geschickt von der Seite her auf das Weibchen und packt dieses mit seinen Mandibeln am hinteren Rande des Halsschildes. Die ersten beiden Beinpaare des Männchens umklammern das Weibchen; während der Kopula sitzt das Paar still, nur von Zeit zu Zeit macht das Weibchen mit dem Männchen auf seinem Rücken einige schwerfällige Schritte. Über die Eiablage vermag der Verfasser keine genauen Angaben zu geben; es ist aber wohl anzunehmen, daß das Weibchen die Eier einzeln in den Sand eingräbt. Die Larven leben in selbstgebauten Röhren, am liebsten im feuchten Sande, wo sie eine räuberische Lebensweise führen.

Das „Bluten“ des Marienkäferchens. Die als Blattlausfeinde bekannten und darob äußerst nützlichen *Marienkäferchen* (*Coccinelliden*) stellen sich bei jäher Berührung tot und lassen am Ende ihrer Hüften einen Tropfen gelber, übelriechender, schleimiger Flüssigkeit austreten, die den Zweck hat, als Verteidigungsmittel zu funktionieren. Auf Grund welcher anatomischen Verhältnisse dieses „Bluten“ des Marienkäferchens erfolgt, war bisher noch nicht klargestellt. Dr. K. G. Lutz hat darüber eingehendere Untersuchungen angestellt (*Naturwiss. Zeitschr. Aus der Heimat*, 30. Jahrg. 1917, Heft 1) und macht folgende Angaben: Das Kniegelenk der *Coccinelliden* ist, wie das aller Insekten, ein echtes Scharniergelenk, das nur nach einer Richtung hin Bewegungen ermöglicht. Das Kniegelenk besitzt nun sehr elastische, aus Zellulose bestehende Gelenkhäute, welche die Öffnung des Schenkels an der Stelle, wo die Sehne des Streckmuskels sichtbar wird, verschließen. Die äußere dieser Gelenkhäute zeigt eine Spalte. Kontrahiert sich nun der Extensor der Schiene, so wird das Bein gestreckt, es tritt jedoch kein Blut aus; denn die die Spalte aufweisende Gelenkhaut drückt auf die Sehne und schließt dadurch die Spalte; diese wird zwischen Sehne und Gelenkhaut eingeklemmt. Kontrahiert sich der Beugermuskel der Schiene, so legt sich diese an die Ventralseite des Schenkels: dadurch wird die Spalte an den Schenkel angestemmt und das Bluten kann auch jetzt nicht erfolgen. Stellen sich aber die Käfer tot, so pressen sie das Blut infolge der starken Zusammenziehung der Hinterleibssegmente in die Beine. „Durch die starke Beugung der Schiene“, sagt Lutz, „lockert sich der feste Verschuß zwischen Sehne und Schenkel und nachdem die Schiene zwischen die beiden Kanten des Schenkels (ähnlich wie sich die Klinge eines Messers in das Heft einlegt) eingedrückt wird, was eine Verringerung des Schenkelhohlraums bedingt, tritt infolge des erhöhten Druckes das Blut durch die Spalte der Gelenkhaut aus dem Kniegelenk.“ Wie der Verfasser bei *Coccinella septempunctata* öfters beobachtete, stemmen die Tiere während des Blutens ihre Tarsen an den Rand der Vertiefung an, in welcher die beiden ruhen. Dadurch wird die Beugung der Schiene noch erheblich verstärkt und das „Bluten“ erleichtert. Das Blut des Marien-

käferchens bildet, wie *Lutz* experimentell nachwies, einen guten Schutz gegen eine Reihe seiner Feinde: unter den Gliederfüßlern fühlen sich die Spinnen und größere Laufkäfer und unter den Reptilien die Eidechsen von der Flüssigkeit abgestoßen und verschonen daher durchgängig die nützlichen Coccinelliden.

H. W. Frickhinger, München.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Scientia militans. „Die Stunde ist gekommen, in den Hauptzweigen des Wissens unter dem Schutze und der Leitung der Entente internationale wissenschaftliche Veröffentlichungen zu schaffen, um endgültig ein Monopol zu vernichten, das eine schwere Gefahr für den Fortschritt der Wissenschaft darstellt. Die in Vorschlag gebrachten Zeitschriften werden auch dazu beitragen, auf den Grundlagen der Unabhängigkeit und Gleichheit jenes Gleichgewicht der Nationen wieder herzustellen, das die größte Bürgschaft für einen gerechten und dauernden Frieden sein wird.“ So etwa lautet der Schlußsatz und zugleich der wesentliche Inhalt des Briefes, den *Eugenio Rignano*, der Herausgeber der *Scientia*¹⁾ Ende Januar dieses Jahres an den Herausgeber der *Nature* gerichtet hat. *Rignano* schreibt von der deutschen „Hegemonie auf allen Gebieten menschlicher Tätigkeit“, im besonderen von der Hegemonie Deutschlands in der wissenschaftlichen Publizistik. „Die zahllosen Archive, Jahrbücher, Zeitschriften, Zentralblätter usw., die jährlich an Zahl und Umfang gewachsen sind, haben allmählich die ganze wissenschaftliche Weltproduktion monopolisiert, indem sie die Mitarbeit der Gelehrten aller Länder an sich gezogen haben. So wurden scheinbar internationale wissenschaftliche Organe aufgebaut, tatsächlich aber deutsche Instrumente zur Kontrolle und Monopolisierung der Wissenschaft. Auf diesem Gebiet scheint es notwendig, unseren friedlichen Krieg zur Befreiung von der deutschen Vorherrschaft vorzubereiten.“ „Um Deutschland seine wissenschaftliche Hegemonie zu nehmen“, sollen in jedem Hauptzweige des Wissens Archive, Jahrbücher und andere Zeitschriften geschaffen werden, die, soweit es die Mitarbeit und den Inhalt angeht, international sind, aber in den Ententeländern herausgegeben und verlegt werden. Englische, französische, russische und italienische Gelehrte sollen den Herausgeberstab bilden, der, falls notwendig, moralisch und materiell von den Ministern des öffentlichen Unterrichts und den wichtigsten wissenschaftlichen Gesellschaften in den Ententeländern unterstützt werden müßte. Der Verlag soll einer Vereinigung von vier Verlegern anvertraut werden, die unter den bedeutendsten eines jeden der Ententeländer auszuwählen sind. Jeder Autor soll seine Arbeit in seiner Sprache veröffentlichen dürfen, aber die nicht französisch geschriebenen Artikel sollen von einer französischen Übersetzung begleitet sein. Die Ententeveröffentlichungen sollen sich von denen der Deutschen auch darin unterscheiden, daß sie weniger drucken und strenger auswählen. Niemandem, der auch nur

oberflächlich mit den deutschen Publikationen bekannt sei, hätte ihre Verschlechterung in den letzten Jahren entgehen können. Sie hätten oft den Eindruck erweckt, als seien sie weniger dazu bestimmt, die wirklichen Ergebnisse ernsthafter Forschung zu verbreiten, als dazu, jedes Jahr so und so viel Zentner bedrucktes Papier zum Nutzen der deutschen Verleger zu liefern. Die Ententeveröffentlichungen sollen, wie gesagt, international sein. Die Mitarbeit neutraler Länder ist erwünscht und soll gesucht werden. In der Zukunft könnte sogar deutsche Mitarbeit angenommen werden, „wenn die Autoren wünschen sollten, den Gelehrten der Ententationen bekannt zu werden.“ Das ist der wesentliche Inhalt des etwa drei Spalten der *Nature* füllenden Briefes.

Soweit die in dem Briefe enthaltenen Mitteilungen einer Berichtigung bedürfen, haben sie sie bereits erfahren in einer am 15. Februar an die *Nature* gerichteten Zuschrift von *A. Meek* vom *Armstrong College* in *Newcastle-upon-Tyne*. „Es ist Tatsache, daß Deutschland dadurch, daß es französische, italienische und englische Abhandlungen ebenso willkommen heißen und veröffentlicht hat wie deutsche, und dadurch, daß es das Material fast so schnell veröffentlicht hat, wie es einlief, eine Überlegenheit und sogar eine wirkliche oder eingebildete internationale Stellung in der wissenschaftlichen Publizistik erlangt hat. Die Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie z. B. wird in Leipzig verlegt, und man muß zugeben, daß sie mit großem Geschick geleitet wird und dementsprechend ihre Aufgabe erfüllt. Auch solche Werke wie „Nordisches Plankton“ zeigen, wie sehr unsere gegenwärtigen Feinde auf dem Posten waren, Monographien zu veröffentlichen, die unumgänglich notwendig geworden sind.“ Aber dahinter brauche man keine üble Absicht (sinister intentions) Deutschlands zu wittern. In allen Ländern habe die wissenschaftliche Literatur eine ähnliche Entwicklung durchgemacht, und ihre Entwicklung sei charakteristisch für den Fortschritt, den jedes einzelne Land in wissenschaftlichen Dingen gemacht hat. In allen Ländern hätten gelehrte Gesellschaften, Museen, Laboratorien und dergleichen nach einem Auslaß für ihre Forschungen gesucht durch Veröffentlichungen, die zunächst einmal den Vorteil sichern, daß ähnliche Institute daheim und im Ausland ebensolche Veröffentlichungen veranstalten. Über die Qualität und Quantität der Veröffentlichungen zu entscheiden, sei Sache der Herausgeber und der Verfasser. Im übrigen ist *Meek* dafür, daß jedes Land sein eigenes wissenschaftliches Material selber publiziert. Damit würde die Notwendigkeit internationaler Journale verschwinden. „Und um so besser, denn es wird schwer sein, in jedem einzelnen Falle zu entscheiden, in welchem Lande und in welcher Sprache man veröffentlichen soll.“ *Meek* gibt so eine kurze, sachliche Erwiderung, die sich von dem Briefe des Italieners noch dadurch unterscheidet, daß sie rein sachlich ist. *Rignano* kann es sich nicht versagen, seine Ausführungen über die deutsche Organisation der wissenschaftlichen Publizistik mit einem scharfen Ausfall gegen die Deutschen zu begleiten, die sich für das auserwählte Volk halten, das von Gott dazu berufen sei, andere Völker zu organisieren und ihnen den Weg zu einer höheren Zivilisation zu zeigen. — —

¹⁾ Die *Scientia* erscheint seit 1907 alle 2 Monat im Umfang etwa von 12 Bogen und bringt deutsche, englische, französische und italienische Abhandlungen, Bücherbesprechungen und andere Referate. Die Leitung und die Redaktion befinden sich in Mailand. Als Verlagsorte nennt das Titelblatt Bologna, London, Paris, Leipzig.

Für Deutschland liegt zurzeit kein Anlaß vor, zu der Frage internationaler Publikationsorgane Stellung zu nehmen. Wer in Deutschland ernsthaft wissen-

schaftlich arbeitet, ist auch gewöhnt, sich über die einschlägige Literatur zu unterrichten und englische und französische, meist auch italienische Arbeiten im Original zu lesen. Wenn die Gelehrten der Entente-länder wirklich gute internationale Publikationsorgane schaffen, so werden die deutschen Gelehrten sie benutzen und als neue Hilfsmittel zu schätzen wissen, unbekümmert um die politische Konstellation, der sie ihre Entstehung verdanken, besonders wenn die Ententeschriftleiter das Mittel entdecken sollten, das untrüglich zwischen publikationswerten Mitteilungen und ihrem Gegenteil zu unterscheiden erlaubt. In Deutschland hat man dieses Mittel bisher nicht gefunden, und seit *Julius Robert Mayer* wissen die Herausgeber wissenschaftlicher Zeitschriften, daß sie nicht nur für das verantwortlich sind, was sie veröffentlichen, sondern auch für das, was sie *nicht* veröffentlichen. Daß auch in Deutschland viele Arbeiten gedruckt werden, die die Wissenschaft nicht sichtbar fördern, ist richtig, nur ist das in der ganzen Welt so, und natürlich dort besonders wahrnehmbar, wo besonders viel gearbeitet wird, aber Hegemonie, Imperialismus und Ähnliches dahinter zu wittern, war Herrn *Rignano* vorbehalten. Seine politische Gesinnung hat ihn zu einem argen Trugschluß verleitet, aber er hat ihn gezogen, weil er ihn brauchte. In Deutschland hat man sich von der Verquickung von Politik und Wissenschaft bisher erfreulicherweise ferngehalten — bis auf ganz wenige Ausnahmen, die zwar nicht entschuldbar, wohl aber erklärlich sind aus dem Verhalten der Pariser Akademie gegen die deutschen Gelehrten, dem Verhalten *Ramsays* und ähnlichen Vorkommen, im Vergleich mit denen diese Ausnahmen belanglos genannt werden dürfen. A. B.

Die Farben der Fixsterne und die antike Astrologie. Seitdem die griechische Astrologie Gegenstand philologischer Forschung geworden ist, hat sich mehr und mehr herausgestellt, daß in dieser abstrusen Literatur altes, ja ältestes Gut astronomischer Beobachtung in ungeahnter Fülle erhalten ist. *Franz Boll* in Heidelberg, der in seinem Buche „Sphaera“ 1903 aus diesen Texten die überraschendsten Aufschlüsse über die antike Astrothesie gewonnen hatte, stellt soeben diesen Untersuchungen eine kaum weniger interessante zweite Reihe zur Seite; die Arbeit ist in den Abhandlungen der Münchener Akademie (philos.-philol. u. hist. Klasse) im Druck, ein Vorbericht ist in den „Neuen Jahrbüchern f. d. klass. Altertum“ 39 (1917) Heft 1 erschienen. Es handelt sich um die Vergleichung von Fixsternen, Sternbildern oder Teilen von solchen mit Planeten; in der „Mischung“ (*ζοαῖαι*), was *Boll* treffend mit „Temperament“ wiedergibt, und damit in ihrer astrologischen Wirkung werden Fixsterne und Fixsterngruppen den Planeten gleichgesetzt, und zwar fast ausschließlich den fünf eigentlichen Planeten des Altertums, während Sonne und Mond nur zur Vergleichung mit Nebelflecken und Sternhaufen verwendet werden; so gleichen z. B. im Stier die Plejaden, dem Mond und Mars, der Aldebaran dem Mars, die übrigen Sterne der Hyaden dem Saturn und in beschränktem Maße dem Merkur. Das ist in einer langen Liste in dem astrologischen Werke des *Ptolemaios*, der *Tetrabiblos*, durchgeführt; andere Texte treten diesem zur Seite, mit vereinzelt Abweichungen, von denen wohl die wichtigste ist, daß in einem von ihnen außer Sonne und Mond auch die Venus unberücksichtigt geblieben ist, die in der babylonischen Astrologie eine Sonderstellung einnimmt: ein deutlicher Hinweis auf die Herkunft der Lehre. Diese Gleichsetzungen sind durchs ganze Mittelalter,

vermutlich auch in der arabischen Tradition, weitergegeben worden, ja sie figurieren noch in *Johann Bayers* Uranometrie, dem ersten modernen großen Sternatlas (von 1603).

Worauf beruhen nun diese Gleichsetzungen? *Boll* zeigt, gestützt zunächst auf versprengte antike Zeugnisse, daß die Ähnlichkeiten von Planeten und Fixsternen durch die *Farbe* bestimmt werden. Auf Grund dieser Erkenntnis führt er in mühevoller Kleinarbeit die Vergleichung der von ihm gesammelten antiken Angaben mit den durch moderne Forscher gegebenen Farbenbestimmungen der Fixsterne durch; zur Verfügung standen Kataloge der Fixsternfarben von *Osthoff* und *Möller* (Astron. Nachrichten 153 (1900) und 156 (1904) und von *Krüger* (Specola Vaticana VII). Das Ergebnis ist in weitaus den meisten Fällen nahezu völlige, in manchen Fällen ganz frappante Übereinstimmung; der oben genannte Aldebaran z. B. hat in *Osthoffs* Skala die Bezeichnung 6,4 (die Bezifferungen gehen von 0 = weiß bis 10 = rot); der Mars, mit dem er verglichen wird, 7,0; die übrigen Sterne der Hyaden 5,2—5,7, der Saturn, mit denen sie verglichen werden, 5,3. Nicht nur das Prinzip der Gleichsetzung ist damit aufgehellt, es zeigt sich auch, daß sie auf Grund sehr sorgfältiger Beobachtung vollzogen ist.

Was veranlaßte wohl die Alten zu so umfänglicher und sorgfältiger Beobachtung? Ohne Zweifel, antwortet *Boll*, die Astrologie als Gestirnsreligion. Sie suchte jenen himmlischen Leuchten, die ihr als Verkörperung der Gottheiten erschienen, irgendwie abzuwechseln, ob sie drohend oder freundlich gesinnt waren. Ein Stern, der die glühende Farbe des Planeten Mars teilte, mußte Blut und Mord befürchten lassen; ein Fixstern von trüber Färbung teilte das Wesen des im Planeten Saturn sich offenbarenden Gottes usw. — Diese Betrachtungsweise ist, wie schon gesagt, nicht griechischen Ursprungs; *Ptolemaios* erklärt selbst, daß er Beobachtungen „der Älteren“ wiedergebe, und diese Älteren sind letzten Endes die babylonischen Astronomen. Für deren Beiziehung hatte sich *Boll* der Mitarbeit *Bezolds* zu erfreuen. Die Ergebnisse sind für die babylonische Astronomie wohl noch weiterreichend als die der Untersuchung des griechischen Materials für die griechische. Haben sich doch die Gleichsetzungen von Fixsternen und Planeten, welche sich in Keilschrifttexten von hohem Alter (um oder vor 650 v. Chr.) finden, in Parallele mit den griechischen Zeugnissen als ein vortreffliches Mittel erwiesen, die wahrhaft grundlegende Aufgabe zu fördern, an der sich die Erforscher babylonischer Astronomie (*Kugler*, *Kopff*, *Bezold*, *Weidner*, früher schon *Hommel*) abmühen, nämlich die babylonischen Stern- und Sternbildnamen mit bestimmten Gruppen und Einzelsternen am Himmel zu identifizieren. So große Fortschritte diese Studien in einem Vierteljahrhundert gemacht haben, so weit ist man noch von völliger Übereinstimmung entfernt; insbesondere bestreitet *Weidner* zahlreiche Gleichsetzungen, die übereinstimmend von *Kugler* und von *Bezold*, *Kopff*, *Boll* vollzogen waren. In mindestens 34 Fällen stimmen nun die bisher babylonisch direkt überlieferten Planetengleichungen mit den griechischen Gleichungen für diejenigen Fixsterne überein, die von neueren Bearbeitern in den betreffenden babylonischen Sternnamen gesucht wurden; überwiegend behalten *Kugler* und die Heidelberger, in mehreren Fällen aber auch *Weidner* Recht. Noch speziellere, für den Forscher vielleicht noch reizvollere Resultate sollen in dieser Zeitschrift nicht

hervorgehoben werden. Das Gesagte mag genügen, um ahnen zu lassen, welche Fülle von Aufschlüssen *Bölls* Untersuchungen von einem Punkte aus erreicht haben.

A. R.

Ergebnisse der Gletscherforschung im Jahre 1916. Im Schoße der „Société vaudoise des sciences naturelles“ zu Lausanne sprach kürzlich Prof. Dr. P. L. Mercanton über die Veränderungen der schweizerischen Gletscher während des Jahres 1916. Die Beobachtungen, die in den beiden Vorjahren unter der Mobilisation der schweizerischen Armee (Einberufung eines großen Teiles der Gletschermessungen durchführenden Forstpersonals) stark gelitten hatten, konnten wieder ziemlich regelmäßig vorgenommen werden. Allerdings hat der starke Schneefall in den Bergen die Untersuchung mehrerer Gletscher unmöglich gemacht, weil die Meßmarken das ganze Jahr hindurch unter der Schneedecke begraben blieben. Insgesamt wurden 63 Gletscher gemessen. Davon waren im Vorrücken begriffen 63,5 %, stationär 8 %, zurückweichend 28,4 %. Ein Vergleich dieser Ziffern mit denen der Vorjahre ergibt, daß die schon seit einigen Jahren beobachtete Neigung der schweizerischen Gletscher, von ihrem früheren, sich über fast 2 Jahrzehnte ausdehnenden allgemeinen Rückzug zu einem allgemeinen Vorstoß überzugehen, sich bedeutend verstärkt hat. Den Beweis erbringt die nachfolgende Zusammenstellung der Bewegungen der schweizerischen Gletscher in den Jahren 1913 bis 1916. Es waren im Jahre

	im Vorrücken %	stationär %	zurückweichend %
1913	33	8	59
1914	36,5	10	53,5
1915	39,5	10,5	50,0
1916	63,5	8	28,5

Während also 1913 noch 59 % im Zurückgehen begriffen und nur 33 % am Vorrücken waren, hat sich das Verhältnis von 1915 auf 1916 nahezu umgekehrt, da jetzt fast $\frac{2}{3}$ vorrücken und nur noch rd. $\frac{1}{3}$ zurückweicht bzw. stationär ist. Zu den vorläufig noch zurückbleibenden gehören u. a. die gewaltigen Eisströme des Gornergletschers, des Unteraar- und des Aletschgletschers, die sich von jeher die doppelte Zeit zu ihren Entschließungen genommen haben (man vergleiche ihr Verhalten bei dem allgemeinen Vorrücken in den Jahren 1889—1893 und um 1856). Es wird lehrreich sein, festzustellen, ob und nach welcher Frist die allgemeine Neigung zur Vorwärtsbewegung die Nachzügler ergreifen wird. Bemerkenswert ist, daß die von deutschen und österreichischen Forschern vorgenommenen Untersuchungen der Ostalpenglischer dort die gleiche Tendenz wie bei den schweizerischen festgestellt haben. Auch die Ostalpenglischer sind — allerdings mit der von jeher bei ihnen beobachteten Verspätung — in den letzten Jahren in eine Periode des allgemeinen Vorrückens eingetreten, deren Intensität sich von 1915 auf 1916 bedeutend verstärkt hat. Als Beweis sei die nachfolgende, von Prof. Brückner herrührende Zusammenstellung angeführt, nach der auf je 100 Gletscher entfielen im Jahre

	vorrückende	stationäre	zurückweichende
1913	22	10	68
1914	13	21	66
1915	28	21	51
1916	42	8	50

Verschiedene Gründe lassen darauf schließen, daß der Vorstoß weitergehen wird. Die uns vertrauten Bilder der großen Gletscher werden sich also in Kürze grundlegend verändern. Bei einigen, z. B. beim Oberen Grindelwaldgletscher, ist das bereits geschehen. Die Einzelheiten der schweizerischen Beobachtungen werden wie üblich im „Jahrb. des Schweizerischen Alpenklubs“ (Jahrg. 1917) erscheinen. Einen vorläufigen Überblick, dem die hier wiedergegebenen Zahlen entnommen sind, bringt Nr. 3 (1917) des Bulletins der „Société vaudoise des sciences naturelles“ (Lausanne). W. H.

Nährstoffverluste bei der üblichen Zubereitung der Kohlrüben. Von Dr. H. Claassen. Die Kohlrüben oder *Wrucken* enthalten 10—12 % Trockensubstanz, davon entfallen 3—4 % auf das Mark, während 6—8 % im Saft enthalten sind. Die Trockensubstanz des Saftes besteht aus Salzen, amidartigen Verbindungen und zum größten Teil aus Zucker. Der Nährwert der Kohlrüben ist in Stärkewerten (nach *Kellner* ausgedrückt) 7,5 kg auf 100 kg, der Nährwert der Kartoffeln 19,0 kg, demnach enthalten die Kohlrüben nur rund 40 % des Nährwertes der Kartoffeln. Daraus folgt, daß zum Ersatz von 1 Pfund Kartoffeln 2½ Pfund Kohlrüben nötig sind, vorausgesetzt, daß bei der Zubereitung der letzteren keine wertvollen Stoffe verloren gehen. Nun werden aber die zerschnittenen Kohlrüben vor dem Kochen entweder mehrere Stunden in kaltes Wasser gelegt oder einige Minuten mit heißem Wasser abgebrüht, um ihnen den scharfen Geschmack zu nehmen. Bei diesen Prozeduren gehen große Mengen von Nährstoffen verloren. *Claassen* hat diesbezüglich mehrere Versuche mit frischen und getrockneten Kohlrüben angestellt, welche zahlenmäßige Beweise für diese Verluste ergeben. Durch das Brühen ging mehr als die Hälfte der Gesamttrockensubstanz und etwa $\frac{1}{4}$ der Safttrockensubstanz verloren, durch das Wässern $\frac{1}{4}$ der Gesamttrockensubstanz und $\frac{1}{2}$ der Safttrockensubstanz. — Versuche mit getrockneten Kohlrüben ergaben, daß bei ihnen durch das Brühen und kalte Wässern fast gleich große Verluste entstehen. Die Verluste beim Brühen der Trockenrüben sind geringer als bei den frischen Rüben. Es ist dies auf die verhältnismäßig geringere Menge Wasser zurückzuführen, welche auf 100 Teile Trockensubstanz zugegeben wurde, so daß der Saft des Rückstandes weniger verdünnt wurde. Auch bei den Trockenrüben geht durch das Brühen etwa ein Drittel der Gesamttrockensubstanz verloren. — Unter Berücksichtigung der vorstehenden Untersuchungen muß man zum Ersatz des Nährwertes von 1 Pfund Kartoffeln nicht 2½ Pfund frische Kohlrüben, sondern beim Abbrühen etwa 5 Pfund, beim kalten Wässern 3½ Pfund nehmen, d. s. Mengen, die ein Mensch auf die Dauer nicht vertragen kann. Von den Trockenrüben, welche ungefähr 10 Teilen frischer Rüben gleichwertig sind, müßte man täglich statt 125 g 160 g verzehren. — In das Wasser gehen über die leicht löslichen, wertvollen Bestandteile, besonders der Zucker, die amidartigen Stickstoffverbindungen und die Salze. Beim Abbrühen der Kohlrüben, nimmt *Claassen* an, geht durchschnittlich ein Drittel der verdaulichen Nährwerte verloren. Er rät deshalb jedem, wer unabgebrühte Rüben oder unabgebrühtes Gemüse vertragen kann, nur solches zu genießen, um sich besser zu ernähren. (*Chemiker-Zeitung* 1917, 41. Jahrg., Nr. 47/48, S. 339.) W.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Physikalisch-medizinische Gesellschaft zu Würzburg.

Sitzung vom 3. Mai 1917.

Vortrag von Herrn Prof. Dr. M. Reichardt: *Theoretisches über die Psyche*. Was wir Psyche nennen, ist in letzter Linie nur eine ganz besondere Art und Erscheinungsweise von zentralisierten und eigentümlich organisierten Lebensvorgängen. Die Zentralisierung und Organisation dieser Lebensvorgänge besorgt nach den Ausführungen des Vortragenden eine Zentralstelle, von der aus auch die vegetativen Vorgänge des lebenden Organismus reguliert werden. Diese Zentralstelle wird im Hirnstamm gesucht. Die Notwendigkeit, von der Psyche einen solchen Zentralapparat abzuspalten, belegt der Vortragende durch den Hinweis auf die vollendete Einheitlichkeit und Harmonie des gesunden Seelenlebens, das getrennte Erkrankten des Reiches der Psyche (kortikale Herdkrankheiten usw.) und der Zentralstelle (Schizophrenie usw.), den übermächtigen Einfluß krankhafter Veränderungen des Zentrums auf die Psyche, der ätiologischen Bedeutungslosigkeit psychisch exogener Einwirkungen für die Psychosen, das Parallelgehen psychischer und vegetativer Krankheitserscheinungen, den Hinweis auf psychische Störungen bei Herden im Hirnstamm, die funktionelle Beeinflussung der Hirnrinde durch den Hirnstamm (Hirnschwellung). Die Hirnrinde ist vielleicht Sitz des Reiches der Psyche, die Triebkraft für die Apparate der Rinde ist aber an der Zentralstelle zu suchen.

Sitzung vom 10. Mai 1917.

Vortrag von Herrn E. Buchner und S. Skraup: *Neuere Ansichten über die Zymase*. Bei einem Hinweis auf die einstweilen noch hypothetischen Zwischenprodukte der alkoholischen Gärung wurde die aus dem Sommer 1914 stammende Feststellung der Genannten nachgetragen, daß bei der Gärung wiederholt isolierter Acetaldehyd seine Entstehung der Oxydation fertiggebildeten Alkohols verdankt und seine Rolle als Vorstufe dieses letzteren somit zum mindesten nicht experimentell bestätigt ist. Die neueren Versuche beschäftigen sich hauptsächlich mit der Extrahierbarkeit der Zymase aus Trockenhefe nach Lebedew und aus Acetondauerhefe. Jene liefert bekanntlich sehr gärowirksame Auszüge, aus dieser sind normalerweise nur unwirksame zu erhalten. Zerriebene Präparate liefern dagegen zymasehaltige Säfte; bei der Lebedewhefe ändern sich durch vorangegangenes Zerreiben die Extraktionsverhältnisse nicht wesentlich. Dieser Unterschied der beiden Präparate beruht offenbar darauf, daß bei dem Trocknen der Hefe nach Lebedew die Protoplasmaweißstoffe reversibel koaguliert werden, eventuell auch Schrumpfungslücken von kolloider Dimension erleiden, die den Durchtritt der Enzyme bei der Extraktion gestatten, während durch die entquellende Wirkung des Acetons, die von M. H. Fischer schon für verdünnte Lösungen festgestellt wurde, die Eiweißstoffe irreversibel gefällt werden. Eine Anzahl von anderen Enzymen wie Maltase, Invertase oder das Zymasekoenzym lassen sich selbst aus Acetondauerhefe auswaschen; damit zeigt sich, daß Schlüsse vom Verhalten einiger Enzyme bei Diffusion u. dergl. auf alle, wie sie u. a. Ruhland erhebt, nicht stichhaltig zu sein brauchen, was für die Auffassung der Gärung als rein enzymatischer Prozeß von Bedeutung ist. Wichtig für diese versprechen die Versuche Warburgs zu werden, der eine Adsorption der Zymase an den übrigen Zellteilen der Hefe annimmt.

Sitzung vom 2. Februar 1917.

Dr. Siegfried Skraup: *Über Vitalfärbung mit einfachsten Farbstoffen und ihre Fixierung*. Nachdem Vonciller bei Protisten die Fixierbarkeit gewisser Vitalfärbungen mit Sublimat festgestellt und auf die große Übereinstimmung der Färbungen trotz der chemischen Verschiedenheit der Farben hingewiesen hatte,

konnte der Vortragende die einer großen Reihe von Farbstoffen gemeinsame Aminogruppe als Träger der Sublimatfixierung feststellen. Damit ließ sich die Methode verallgemeinern, mit dem Ergebnis, daß prinzipiell jede Vitalfärbung fixierbar sein muß, sobald das gewählte Fixierungsmittel mit dem Farbstoff eine möglichst schwer lösliche Verbindung erzeugt. Die Untersuchung wurde dann weiter auf eine Reihe einfachster Farbstoffe (nur eine chromophore und eine auxophore Gruppe enthaltend) ausgedehnt, und es zeigte sich, daß auch die einfachsten konstituierten Farbstoffe bei Protisten vital färben. Aus der Fixierbarkeit auch der einfachsten Farbstoffe läßt sich eine wesentliche Stütze für die Auffassung der Färbung als Adsorptionsercheinung gewinnen; die mit Quecksilber reagierende Aminogruppe kann die Bindung der Farbe an das Protoplasma mittelst chemischer Reaktion nicht bewirkt haben, sie kann nicht als „haptophore Gruppe“ aufgetreten sein. Für die heute vielfach üblichen chemotherapeutischen Ansichten erscheint die Feststellung wichtig, daß eine chemische Gruppe einem Molekül Adsorbierbarkeit — „Organotropie“ — verleihen kann, ohne selbst, primär oder überhaupt, verankert zu werden.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

16. Mai. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das k. M. Prof. Günther Ritter Beck v. Manna-getta und Lerchenau in Prag übersendet eine Abhandlung mit dem Titel: *Wacholderbeeren mit entblößten Samen*. Ergebnisse: Viele *Juniperus*arten bilden Früchte mit entblößten Samen aus, wobei die Beeren-schuppen auseinanderklaffen (Sect. *Oxycedrus*) oder das Fruchtfleisch von den Samen einzeln, zu 2 oder 4, durchbohrt wird (Sect. *Sabina*). Voraneilendes Wachstum der Samen gegenüber jenem der Beeren-schuppen, zum Teil mangelnde Verwachsung der letzteren, begründen sie.

Das w. M. Prof. R. Wegscheider überreicht eine Abhandlung aus dem Chemischen Laboratorium der Deutschen Universität in Prag von Alfred Kirpal und Karl Reimann: *Über die Veresterung der α -, γ -Lutidin-trikarbonsäure*. An der Hand der Versuche wird die Gültigkeit der Wegscheiderschen Esterregeln für Pyridinkarbonsäuren erörtert. Ferner wurde das Imid der Lutidin-trikarbonsäure und daraus zwei isomere Säureamide dargestellt.

Das w. M. Wegscheider überreicht ferner eine Abhandlung aus dem Physikalisch-chemischen Institut der Deutschen Universität in Prag: *Die Reaktion zwischen Ozon und Wasserstoffperoxyd*, von V. Rothmund und A. Burgstaller.

Dr. Wilhelm Schmidt in Wien überreicht eine Abhandlung, betitelt: *Der Massenaustausch bei der ungeordneten Strömung in freier Luft und seine Folgen*. In ungeordneter Strömung werden alle an der Masse hängenden Eigenschaften in gleicher Weise beeinflusst; es wird also nicht bloß Bewegungsenergie von Schicht zu Schicht übermittelt, sondern ebenso Wärme, Wasserdampf usw. Der Zusammenhang mit dem entsprechenden Gefälle der Geschwindigkeit bzw. Temperatur und spezifischen Feuchtigkeit wird durch dieselbe Größe gegeben, die man als Koeffizienten der inneren Reibung kennt. Auf Beobachtungen angewendet, folgt so der Transport der Wärme in freier Luft bodenwärts, von Wasserdampf aufwärts; im letzten Falle auch der Betrag der tatsächlichen Verdunstung.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

24. Mai. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

1. Herr Warburg sprach über *die Theorie der photochemischen Vorgänge*. Die theoretischen und experi-

mentellen Ergebnisse, welche die Anwendung der Quantentheorie auf die photochemischen Vorgänge bis jetzt geliefert hat, werden im Zusammenhang dargestellt.

2. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen haben bewilligt: Die physikalisch-mathematische Klasse Herrn Engler zur Fortführung des Werkes Das Pflanzenreich 2300 M.; Herrn F. E. Schulze zur Fortführung des Unternehmens Das Tierreich 4000 M. und zur Fortführung der Arbeiten am Nomenclator animalium generum 3000 M.; Herrn Dr. Theodor Roemer in Bromberg zu Vererbungsstudien an Pflanzen als zweite Rate 600 M.; Herrn Prof. Dr. Otto Schmiedeknecht in Blankenburg in Thüringen zur Beendigung seines Werkes Opuscula Ichneumonologica 1000 M.; Herrn Prof. Dr. August Thienemann in Münster i. W. zu Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen als zweite Rate 1000 M.

Die Akademie hat in der Sitzung vom 3. Mai den vormaligen Professor der Meteorologie an der Universität Uppsala Hugo Hildebrand Hildebrandsson zum korrespondierenden Mitglied ihrer physikalisch-mathematischen Klasse gewählt.

7. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

Herr Branca sprach über die Bedeutung der magmatischen Erdbeben gegenüber den tektonischen. Es wird eine Reihe von Gründen angeführt, die dafür sprechen, daß ein Teil der vermeintlich tektonischen Beben nicht dieser Herkunft, sondern teils rein magmatischer Natur, teils wenigstens doch nur „kombiniert tektonisch-magmatischer“ Natur ist. Dann werden Vorrichtungen zum Nachweis von Niveauänderungen an der Erdoberfläche angegeben.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band 35, Heft 2, 1917.

(Ausgegeben am 29. März 1917.)

Studien über die systematische Gliederung von Cytinus Hypocistis L.; von R. v. Wettstein (mit Tafel).

Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 8: Über einen leicht kristallisierbaren, organischen Körper bei Linaria-Arten; von H. Molisch. (Mit 3 Abbild. im Text.) In der Epidermis von *Linaria genistifolia* und einigen anderen Arten (*L. bipartita* und *L. reticulata*) findet sich in Form einer ziemlich gesättigten Lösung ein organischer Körper vor, der schon kurze Zeit nach dem Abziehen der Oberhaut im Wasser in großer Menge in Form von einfachen oder Zwillingsphäriten, Doppelpinseln, Hantelformen oder Prismen auskristallisiert. Der Körper hat einige Ähnlichkeit mit Hosperidinen; ob er aber tatsächlich zu ihnen gehört oder mit ihnen verwandt ist, wird die Makroanalyse entscheiden.

Über Unterschiede in der Anatomie von Zweigen der Trauerbäume und der entsprechenden aufrechten Formen; von Käte Löw. (Mit Tafel.) Der anatomische Stammbau von mehreren Trauerbäumen wurde mit dem der entsprechenden aufrechten Pflanzen verglichen und Unterschiede gefunden, die bei verschiedenen Baumarten mehr oder weniger konstant und deutlich sind. Die spezifisch mechanischen Elemente in Rinde und Holz sind im Hängebaum geringer an Zahl und schwächer ausgebildet als im normalen Baum, oder sie sind gleich stark entwickelt, werden aber später angelegt. Je nachdem dieser Unterschied bedeutend oder weniger auffallend ist, zeigt der Hängebaum typischen oder nicht ausgesprochenen Hängewuchs. Andere, weniger wesentliche Unterschiede wurden beobachtet.

Dem Andenken der Forschungsreise von Spiß und Martius in Brasilien 1817/20; von Hermann Ross. (Mit Bildnis von Martius.)

Halbmutanten und Bastardzwillinge; von Hugo de Vries. Falls mutierte Gameten mit normalen kopulieren, müssen Halbmutanten entstehen, welche sich dann nach Selbstbefruchtung in ähnlicher Weise spalten, können wie echte Bastarde. Befruchtet man solche Halbmutanten mit anderen Arten, so müssen zwei Typen von Bastarden entstehen, welche, falls sie äußerlich verschieden sind, Zwillinge darstellen. In manchen Fällen sind die Spaltungen der Halbmutanten nach Selbstbefruchtung sichtbar (*O. Lamarckiana* mut. *rubrinervis*, *O. grandiflora* Art. usw.) und läßt sich der Satz somit experimentell beweisen. In anderen Fällen ist die Spaltung unsichtbar, und nimmt der Verf. mit Morgan die Anwesenheit letaler Faktoren an, welche die betreffenden Typen im Keime töten und so die tauben Samen Renners entstehen lassen.

Leuchtgaswirkung auf Pflanzen. 1. Wirkung des Gases auf Sporen- und Samenkeimung; von C. Weh-

mer. Leuchtgas ist kein Pflanzengift schlechthin, Pilze und Bakterien werden auch in reinem Gas wenig geschädigt, aerobe wurden nur gehemmt, fakultativ anaerobe wuchsen darin ungestört. Kressesamen entwickelten sich ungestört in verdünntem Gas, erst bei 50–90 % Gas keimten die meisten nicht, bei 100 % keiner, ohne dadurch getötet zu werden. Keimung unterblieb auch, wenn die Samen auf der Oberfläche eines Blumentopfes ausgesät werden, durch dessen Erde ein Gasstrom geleitet wird, beginnt aber alsbald bei Unterbrechung desselben; erst nach längerer Zeit werden die Samen getötet. Von den Gasbestandteilen am schädlichsten erwiesen sich Schwefelverbindungen und aromatische Kohlenwasserstoffe, minder Äthylen; unschädlich waren Acetylen, Kohlenoxyd und Kohlensäure. Erde nimmt beim Durchströmen von Leuchtgas keimungsschädigende Eigenschaften an, die Pflanzen verkümmern oder sterben ab, verliert solche aber wieder beim Auslaugen mit kaltem Wasser; die Art dieser wasserlöslichen Bodengifte ist noch unbestimmt, auch steht noch dahin, welche gasförmigen Bestandteile an der Unterdrückung der Samenkeimung hauptsächlich beteiligt sind, anscheinend sind es die sog. Verunreinigungen des Leuchtgases, nicht seine Hauptbestandteile. Die bekannte Blaufärbung der Wurzeln gasgeschädigter Bäume scheint auf der Bildung von Berlinerblau zu beruhen (Cyanreaktion).

Über die Entwicklungsgeschichte von Batrachospermum moniliforme; von H. Kylin. Der Verf. konnte bei dieser Floridee keinen Trichogynenkern nachweisen, was bemerkenswert ist, da es scheint, als ob in der Trichogyne der Florideen in der Regel ein Kern vorhanden wäre. Der Kern des Spermatiums macht vor der Befruchtung eine Teilung durch. Die beiden Geschlechtskerne befinden sich bei ihrer Verschmelzung im Ruhestadium. Die erste Teilung des Zygotenkerns stellt eine Reduktionsteilung dar. Die haploide Chromosomenzahl ist wahrscheinlich 10. Batrachospermum gehört zu denjenigen Florideen, die Svedelius als haplobiontisch bezeichnet hat.

Über die Leitbündel einiger untergetauchter Wasserpflanzen und einiger Sumpfpflanzen; von Fritz Jürgen Meyer. Es wurden die Leitungssysteme einiger Pflanzen untersucht, welche nach älteren Angaben konzentrische Leitbündel besitzen. Mikrotomschnitte zeigten, daß in Wirklichkeit drei verschiedene Typen vorkommen: 1. Bündelrohre aus kollateralen Leitbündeln mit Tracheenstrangverbindungen innerhalb der Leitbündel, 2. konzentrische Leitbündel (Rohrbündel) mit Strangverbindungen, 3. konzentrische Leitbündel ohne Strangverbindungen. Bemerkenswert ist, daß für jeden Typus ein Vertreter aus der gleichen Gattung (*Myriophyllum*) gefunden wurde.

Von der grünen Planktonalge des Meeres Meringosphaera; von A. Pascher. (Mit 2 Abb. im Text.)

Weitere Beobachtungen über Kleistogamie bei afrikanischen Arten der Gattung *Argyrolobium*; von H. Harms. Nach neueren Beobachtungen an Herbarmaterial findet sich Kleistogamie bei etwa 17 von insgesamt etwa 60 südafrikanischen Arten der Gattung *Argyrolobium*; außerdem tritt die Erscheinung bei einigen Arten des tropischen Afrika und bei der mediterranen Art, *A. Linnaeanum* Walp. auf. Es werden gleichzeitig eine Anzahl neuer Arten aus Südafrika und aus dem tropischen Afrika beschrieben.

Zeitschrift für Botanik; Band 9, Heft 2, 1917.

Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyzeten V.; von H. Kniep. Wie aus früheren Untersuchungen bekannt (Zeitschr. f. Bot. 7, 36 ff., 1915), enthalten die von Schnallenbildungen begrenzten Zellen der Hymenomyzeten zwei haploide Kerne, die sich durch konjugierte Teilungen vermehren, um endlich in der Basidie zu einem diploiden Kern zu verschmelzen. Die Entstehung dieser Paarkernigkeit wurde bei *Corticium varians* und *Collybia conigena* untersucht. Sie kommt ohne Vermittlung von Sexualorganen, wahrscheinlich durch einfache Kernteilung im vegetativen Mycel, seltener durch Übernahme eines Kerns aus einer Zelle in eine andere, die mit ihr durch eine Anastomose verbunden ist, zustande.

Zeitschrift für Botanik; Band 9, Heft 3/4, 1917.

Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Cyanophyceen; von Richard Harter. Kultur von *Oscillatoria formosa*, *Cylindrospermum muscicola* in artreiner, *Anabaena variabilis* und *Nostoc punctiforme* in absoluter Reinkultur. Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte der Arten und Verhalten auf verschiedenen Substraten. Der exakte Nachweis wurde erbracht, daß Cyanophyceen zu heterotropher Lebensweise fähig sind: das im Rhizom von *Gunnera* lebende *Nostoc punctiforme* konnte isoliert und mit Erfolg auf einer größeren Zahl organischer Verbindungen im Dunkeln gezüchtet werden. Eine spezifische Beziehung zwischen Endophyt und Nährpflanze besteht nicht.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie; Band 116, Heft 4, 1916.

Abhängigkeit der Diploiden und besonders der Juliden-Schaltmännchen von äußeren Einflüssen; von Karl W. Verhoeff. Verfasser erbringt den Nachweis, daß bei *Juliden* zweierlei Schaltmännchen auftreten können, und zwar je nachdem die Entwicklung mit einem oder zwei Schaltstadien erfolgt. Außer den bisher bekannten *formae*, nämlich *typica*, *elongata* und *elongatissima*, werden noch *abbreviata* und *gigantea* nachgewiesen. *Tachypodoilus albipes* wurde (als erster Diploide) vom Ei bis zum entwickelten Zustand in ununterbrochener Folge zur Aufzucht gebracht. — An der Hand von *Polydesmus illyricus* hat Verhoeff durch Zuchtversuche den unmittelbaren Beweis erbracht, daß durch Änderung der Lebensverhältnisse abweichende Formen, und zwar gleichzeitig auch eine Abweichung in der Elongation künstlich erzeugt werden können.

Über die Wirkung verschiedenfarbiger Umgebung auf die Variation von Schmetterlingspuppen; von Bernhard Dürken. Raupen von *Pieris brassicae* wurden auf verschiedenfarbigem Untergrund gezüchtet. Auf neutralem grauen Grund zeigen die Puppen weiße Grundfarbe (mit gelblich, rötlich) und gut ausgeprägte schwarze Zeichnungen. Auf blau, gelb, grün, orange wird das Weiß und vor allem das Schwarz reduziert. Besonders auf orange entstehen so dunkelgrüne Puppen mit nur ganz winzigen schwarzen Zeichnungselementen. Die Einwirkung der Umgebung beruht auf deren Farbenwert, der Helligkeitswert spielt eine untergeordnete Rolle. Die Grünfärbung

ist keine Neubildung, sondern wegen der Reduktion des Weiß und des Schwarz (in den Hypodermis bzw. in den Cuticula) scheinen die grünen Puppengewebe durch. Die Reaktion der Puppenfärbung erfolgt nicht gleichsinnig mit der Umgebung; sie ist keine Anpassung und liefert keine Grünfärbung. Das Wesen der Pigmente ist nicht mit der Bildung von Färbungen erschöpft, sondern ihnen kommt weitergehende Bedeutung zu.

Die Entstehung des Nervensystems aus einem vielkernigen Plasmodium und die sekundäre Verbindung von Ganglienzelle und Nervenfasern; von Emil Rohde.

Der Bau des Komplexauges von *Astacus fluviatilis* (*Potamobius astacus* L.); von Hilrich Bernhards. Die Arbeit bildet eine Fortsetzung der im Marburger zoologischen Institut unter Leitung von Korschelt erschienenen Untersuchungen über den Flußkrebs. Sie liefert eine ausführliche und zusammenfassende Beschreibung des Auges, insbesondere des Baues der Augenteile (dioptrischer und rezipierender Apparat) und der vier Ganglien, von denen vor allem das I. optische Ganglion eingehend behandelt wird. In einem besonderen Abschnitt werden das Pigment, die Pigment- und Tapetumzellen und die Erscheinung der Pigmentwanderung dargestellt. Bei *Astacus* besteht zwischen Iris- und Retinapigment kein Zusammenhang; bei verschiedener Belichtung behält das Tapetum seine Lage unverändert bei. Ferner wurde einwandfrei festgestellt, daß die Pigmentwanderung in dem einen (rechten oder linken) Auge vollkommen unabhängig von der des anderen ist.

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere; Band 40, Heft 5, 1916.

Zur Phylogenie der Geschlechtsbestimmungsweise bei Bienen; von Ludwig Armbruster. Bei den Schmalbienen (*Halictus*) und Buckelbienen (*Sphecodes*) gilt die Dzierzonsche Regel nicht. Denn hier entstehen aus unbefruchteten Eiern sowohl ♂ als ♀, da ein ausgesprochener Wechsel zwischen einer zweigeschlechtlichen und einer rein weiblichen (parthenog. sich fortpflanzenden) Generation stattfindet. Das Geschlecht ist offenbar auch nicht willkürlich bestimmbar. *Sphecodes* ist keine Urbiene, sondern *Halictus*. *Sphecodes* ist deswegen der primitivere, weil er schmarotzt (bei *Halictus* bes.). Bei den niedersten Hymenopteren herrscht bei großer Mannigfaltigkeit die weibchenerzeugende Parthenogenese vor, bei den höchsten, namentlich beim Gros der Bienen, die männchenerzeugende („Apistypus“ = Dzierzonscher). Ein Zwischenglied bildet die Bienenfamilie der „*Halictinae*“ (*Halictus* + *Sphecodes* + einzelne Exoten) mit ihrem „*Halictustypus*“.

Zur Kenntnis der Theneen; von K. Babic. Auf Grund der Untersuchungen an adriatischem und norwegischem Material bestehen Unterschiede zwischen der typischen *Thenea muricata* und der adriatischen *Thenea*-Form, welche als eine Unterart der ersteren angenommen wird; (*Th. schmidtii* Sollas = *Th. muricata schmidtii*). Die untersuchten *Thenea*-Exemplare waren zwittrig. Neben der geschlechtlichen Vermehrung kommt bei den Theneen auch die Knospenbildung (zuweilen verzweigte Knospen) vor.

Über die Gattung *Oreaster* und Verwandte; von Ludwig Döderlein.

Zeitschrift für angewandte Entomologie; Band III, Heft 3, 1916.

Die Bekämpfung der Reblaus durch Umänderung der Rebenkultur; von Methodi Popoff und Dimitar Joakimoff. Um die europäischen Rebensorten vor der Phylloxera zu bewahren, muß man die Reben als richtige lianenartige Bäume ziehen. Durch das normale Auswachsen und sich Entwickelnlassen des Weinstockes gehen auch dessen Wurzeln tief in den Boden. Infolge dieser starken Entwicklung des Wurzelapparates

aber wird die Bearbeitung des Bodens entbehrlich. Der Boden bleibt fest und es fehlt auf diese Weise eine der Hauptbedingungen für die Infizierung des Weinstockes und für die normale Entwicklung der Rebläuse.

Der Mohnwurzelrüßler (Coeliodes fuliginosus Marsh.), seine Beschädigungen und seine Bekämpfung; von Rudolf Ranninger. Die mit einer schönen Farbendrucktafel in Verbindung stehende Arbeit schildert zunächst, wie der Verf. auf Grund eines Reihenweitenversuches auf den Schädling aufmerksam wurde. Bei Pflanzen, die enger als 30 : 20 cm stehen, schadet der ca. 1 mm tiefe Fraß der Larve an der Wurzel so, daß viele Pflanzen eingehen. Im Verband von mindestens 30 : 20 bilden die Pflanzen, sobald sich die Larve im Juni zur Verpuppung in den Boden zurückzieht, einen Wundverschluß, so daß man ihr äußerlich nichts von einer Beschädigung ansieht. Der Käfer selbst frißt im Mai die jungen Blätter mitunter bis auf die Blattrippen ab. Bekämpfung: Frühzeitiger Anbau auf gut gedüngtem, unkrautfreiem Boden, sorgfältige Kultur, Standraum für jede Pflanze nach dem Vereinzeln ca. 30 : 20.

Eine Clytus-Kalamität in der Pfalz (Clytus [Plagiatus] arcuatus L. Coleopt. Cerambycidae) als Eichen-schädling; von K. Escherich. Der bisher in der forstlichen Literatur kaum erwähnte Bockkäfer tritt gegenwärtig in der Pfalz häufig auf und verursacht nicht geringen Schaden. Der Käfer belegt die frisch gefällten Eichenstämme mit seinen Eiern. Die Larven dringen, nachdem sie eine Zeitlang unter der Rinde gefressen, in das Holz ein und durchziehen es nach allen Richtungen, bisweilen bis in die Mitte des Kerns dringend, mit ihren großen Gängen. Dadurch wird das Holz stark entwertet, was bei der feinen Qualität der Pfälzer Eichen einen großen Verlust bedeutet. Als natürliche Feinde kommen hauptsächlich die Spechte in Betracht; auch Schlupfwespenkokons wurden in den Larvengängen gefunden. Gegenmittel: rechtzeitige Abfuhr der Stämme; eventuell Bestreichen mit verwitternder Flüssigkeit.

Die Heuschreckenplage in Anatolien und Nordsyrien und ihre Bekämpfung im Jahre 1916; von G. Brede-mann.

Die wichtigsten Baumwollschädlinge Ägyptens unter besonderer Berücksichtigung ihres etwaigen Vorkommens in der Türkei; von Ad. Andres. Bei dem Interesse, das dem Baumwollbau in der Türkei entgegengebracht wird, ist die Kenntnis der Baumwollschädlinge des benachbarten Ägyptens von Wichtigkeit. Behandelt werden in dem Artikel die wichtigsten Insektenschädlinge der Baumwolle und besonders ausführlich der erst neuerdings in Ägypten eingeschleppte rote Kapselwurm (Gelechia gossypiella Saund.). Die Geschichte seiner außerordentlich schnellen Verbreitung in diesem Lande und der große von ihm angerichtete Schaden sind ein lehrreiches Beispiel für die durch solche Insekten drohende Gefahr.

Neue und wenig bekannte Pflanzenschädlinge aus unseren Kolonien; von Friedrich Zacher. Ein neuer Blattfloh, der in Kamerun als Gallenbildner auf den Blättern der Kautschukpflanze Kickxia africana auftritt, wird als *Triosa bussei* n. sp. beschrieben. Seine Entwicklungsstadien werden mit denen von *Phytolyma lata* Scott verglichen, welche in den Gallen von *Chlorophora excelsa* leben und bemerkenswerte Unterschiede festgestellt. Der zweite Teil des Aufsatzes bringt zum erstenmal Nachrichten über Schädlinge, welche die Tabakpflanzungen in Kamerun heimgesucht haben. Es handelt sich in erster Linie um Heuschrecken. Ferner traten auf Erdeulenraupen, Erdschnakenlarven und Larven von Staubkäfern (*Gonocephalum simplex* F.). Zum Schluß wird auf einige weitere Schädlinge hingewiesen, deren Auftreten in den Kameruner Tabakpflanzungen mit Sicherheit erwartet

werden kann, da ihr Vorhandensein in der Kolonie bereits nachgewiesen ist.

Biochemische Zeitschrift; Band 76, Heft 5/6, 1916.

Chemische Blutuntersuchungen an den Teilnehmer eines Armeegepäckmarsches. II. Reststickstoff und seine Komponenten, Blutzucker und Dichte; von Joh. Feigl. Bei den zum ersten Male ausgeführten Arbeiten dieser Art kamen durchweg mikrochemische Methoden in Anwendung. 70 % der Teilnehmer zeigten eine Erhöhung des kristalloiden Reststickstoffes im Blute oberhalb der für technische Fehler und Folgen der Eindickung des Blutes durch Schwitzen reservierten Grenze, die mit einem Zuschlage von 20 % vom Grundwerte vor Antritt des Marsches eingesetzt wurde. Die Erhöhung erstreckte sich vorwiegend auf den Harnstoffanteil im Sinne Bangs. Alle Untersuchten (6 von 28 der Gesamtreihe) zeigten bei der Ermittlung des Aufbaues des Gesamtreststickstoffes eine Zurückdrängung der Aminosäurefraktion von rd. 50 % auf 25 % bis 12 %. Die Deutung verlangt Rücksicht auf Wasser-, Salz-, Temperaturgleichgewicht, Hunger und Stoffwechselverhältnisse. Vorläufig werden die Befunde unter dem Gesichtspunkt der „Sportniere“ von Albu gebracht. Die Deutung der Zucker-, Kreatinin-, Ammoniakreste steht aus und wird vom Verf. weiter an Soldaten und Sportlern beforscht.

Studien zur allgemeinen Vergiftungslehre. II. Über die Verhütung von Strukturvergiftungen, zugleich eine Methodik zur biochemischen Einmittlung kleiner Substanzmengen; von Martin Jacoby. Die Strukturvergiftung der roten Blutzellen durch Quecksilbersublimat oder durch Kupfersulfat läßt sich durch Überführung der Salze in komplexe Verbindungen mit Hilfe von Cyankalium oder Glykokoll verhüten. Es ist hier eine Methodik gegeben, die zum quantitativen Nachweis kleinster Substanzmengen wird angewandt werden können. Ihre Verwertbarkeit für die Blausäure ist bereits erprobt. Es ist auch möglich, daß man die Verhütung der Hämolyse als Reagens für chemische Zwecke wird heranziehen können, indem man eine schnelle Orientierung über die Entwicklung einer komplexen Verbindung gewinnt.

Biochemische Zeitschrift; Band 77, Heft 1/2, 1916.

Studien zur allgemeinen Vergiftungslehre. III. Über die Reizbildung des Lecithins auf die Fermentbildung; von Martin Jacoby. Die Harnstoffspaltung durch Bakterien wird nicht durch Cholesterin, wohl aber durch Lecithin verstärkt, während die Harnstoffspaltung durch Urease nicht gesteigert wird. Das Lecithin ist als Reizstoff für die Bildung und nicht für die Wirkung des Ferments aufzufassen. Wahrscheinlich besteht der Fermentbildungsreiz in einer Einwirkung auf die Zellmembran.

Biochemische Zeitschrift; Band 77, Heft 3/4, 1916.

Mikrovolumetrische Bestimmung sehr geringer SO₄-Mengen. II. Beitrag zu einer neuen Methodik für quantitativ-chemische Analysen; von H. J. Hamburger. 5 ccm der SO₄-haltenden Flüssigkeit wird mit 2½ ccm HCl 1 : 1 versetzt und dieses Gemisch mit Aceton haltender BaCl₂-Lösung. Der kristallinische BaSO₄-Niederschlag soll ein gleichmäßiges mikroskopisches Bild geben; zu diesem Zweck werden bestimmte im Original angegebene Maßregeln getroffen. Der Niederschlag wird übergebracht in ein Trichterröhrchen (Chonohämatokrit), dessen unten zugeschmolzener Hals ein Kapillar ist mit einem kalibrierten Inhalt von 0,04 ccm und verteilt in 100 gleiche Teile. Es wird zentrifugiert zum konstanten Volum. 1 Verteilung entspricht 0,000 294 g SO₄. Das Verfahren ist zuverlässiger und genauer als die übliche gravimetrische Methode.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY

RECEIVED

NOV 8 1919

U. S. Department of Agriculture
Fünfter Jahrgang.

Heft 27.

6. Juli 1917.

INHALT:

Karl Vogt zu seinem 100. Geburtstag. Von *Prof. Dr. Walter May, Karlsruhe*. S. 449.

Ueber absolute Zeitmessung in der Geologie auf Grund der radioaktiven Erscheinungen. Von *Robert W. Lawson, Wien*. (Schluß). S. 452.

Besprechungen:

Naef, Adolf, Die individuelle Entwicklung organischer Formen als Urkunde ihrer Stammesgeschichte. Von *J. Schaxel, Jena*. S. 459.

Stempell, W., und A. Koch, Elemente der Tierphysiologie. Von *J. Schaxel, Jena*. S. 460.

Korschelt, E., Lebensdauer, Altern und Tod. Von *A. Pütter, Bonn*. S. 461.

Sonntag, Erich, Die Wassermannsche Reaktion in ihrer serologischen Technik und klinischen Bedeutung (auf Grund von Untersuchungen und Erfahrungen in der Chirurgie). Von *Carl Bruck, Altona*. S. 461.

Schäffer, J., Albert Neisser. Von *F. Pinkus, Berlin*. S. 462.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Zur Deutung mittelalterlicher Tiernamen. Schlimme Folgen des Alkoholgenusses. Alkohol aus Karbid. S. 462—464.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Wassermannsche Reaktion

in ihrer serologischen Technik und klinischen Bedeutung auf Grund von
Untersuchungen und Erfahrungen in der Chirurgie

Von

Dr. med. Erich Sonntag

Privatdozent und Assistent an der chirurgischen Klinik der Universität Leipzig

Mit einem Geleitwort von Geheimrat Prof. Dr. E. Payr

Preis M. 6.80

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 23 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik

Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie

Von

Prof. Dr. Moritz Schlick

Preis M. 2.40

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

Von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort von

Albert Einstein

Preis M. 2.40

Vor kurzem erschien:

Grundzüge der maritimen Meteorologie und Ozeanographie

Mit besonderer Berücksichtigung der Praxis und der Anforderungen in Navigationsschulen

Von Joseph Krauss

Lehrer an der Seefahrtsschule in Lübeck

Mit 60 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 5.—

Vor kurzem erschien:

Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie

Von Dr. Ing. Hans Rein

Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von

Dr. K. Wirtz

o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule zu Darmstadt

Mit einem Bildnis des Verfassers, 355 Textfiguren und 4 lithographierten Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 20.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

6. Juli 1917.

Heft 27.

Karl Vogt zu seinem 100. Geburtstage.

Von Prof. Dr. Walther May, Karlsruhe.

Vor hundert Jahren war die hessische Stadt Gießen ein kleines, winkeliges Nest von etwa 6000 Einwohnern, die fast ganz von der Universität lebten. Diese besaß noch kein eigenes Gebäude; die Professoren lasen in ihren Wohnungen. Zwischen Bürgerschaft und Universität, die beide eine Fülle von Originalen und komischen Figuren aufzuweisen hatten, gähnte eine unüberbrückbare Kluft; wie zwei verschiedene Welten standen sie sich einander gegenüber. Nur einer der Professoren, *Wilhelm Vogt*, nahm eine vermittelnde Stellung ein. Als vielbeschäftigter Arzt kam er mit allen Kreisen der Stadt in enge Berührung und genoß das Vertrauen der Bürger in hohem Maße. Er war das anerkannte Haupt der freisinnigen Partei, Gemeinderat und Mitglied der Kammer; scherzweise nannte man ihn den „Großherzog von Gießen“. Seine Gattin, die Tochter eines hessischen Landrichters, die von den Freunden wegen ihres heiter-fröhlichen Sinnes und ihrer originellen Ursprünglichkeit oft mit der Frau Aja verglichen wurde, gehörte der hessischen Familie *Follenius* an, deren männliche Sprossen in den politischen Kämpfen der deutschen Burschenschaft eine so große Rolle gespielt haben. *Karl Follen*, der Freund und Gesinnungsgenosse *Sands*, war der Bruder der Frau Professor *Vogt*.

Neun Kinder tummelten sich in dem großen Garten, den der „Großherzog von Gießen“ am Ufer der Lahn besaß. Unter ihnen war der am 5. Juli 1817 geborene spätere Zoologe, Materialist, Darwinianer, Reichsregent und bissige Satiriker *Karl Vogt* das älteste. Ein arger Wildfang muß er schon in seiner Jugend gewesen sein, denn seine Schulkameraden nannten ihn „das schlimme Karlchen“. Auf dem Gymnasium, dem schlechtesten im ganzen Großherzogtum Hessen, führte er mit seinen Mitschülern einen beständigen Krieg gegen die Lehrerschaft, die ihm neun Jahre lang das Leben mit lateinischem und griechischem Gedächtniskram so verkelte, daß er später nur mit einiger Bitterkeit an seine Schulzeit zurückdenken konnte. Um so freudiger erinnerte er sich der heiteren Ferienaufenthalte bei den zahlreichen Onkeln und Vettern, meist Pfarrern, in der ländlichen Nachbarschaft seiner Heimatstadt. —

Bereits im Alter von 16 Jahren wurde *Vogt* Student und Mitglied der Burschenschaft *Palatia* in Gießen. Nachdem er in den beiden ersten Semestern fast ganz in dem wilden studentischen Treiben aufgegangen war, zog er sich in der Folge-

zeit mehr und mehr davon zurück und widmete sich eifrigen chemischen Studien bei *Liebig*, der damals in der Fülle seiner Kraft stand. „Sie müssen Chemiker werden“, sagte *Liebig* eines Tages zu *Vogt*, dessen Begabung er sofort erkannt hatte, und nahm ihn in sein Privatlaboratorium auf. „Ich verdanke ihm“, schrieb *Vogt* später, „daß er mich durch das Interesse an der Wissenschaft, das er mir einflößte, dieser eigentlich zugeführt hat.“ Schon war der junge Chemiker nahe daran, *Liebigs* Assistent zu werden, als ihn die Verwicklung in die „demagogischen Umtriebe“ der Burschenschaft zur Flucht aus Gießen zwang. Nicht ohne abenteuerliche Fährlichkeiten gelangte er nach Straßburg und von dort nach Bern, wohin sein Vater, einem Rufe an die dortige Universität folgend, bereits ein halbes Jahr früher übersiedelt war.

In Bern setzte *Vogt* zunächst seine chemischen Studien fort, wandte sich aber dann der Medizin zu und wurde durch *Valentin* in die mikroskopische Technik, die menschliche und die vergleichende Anatomie eingeführt. Damals entstanden seine Arbeiten „Zur Neurologie von *Python tigris*“ und „Beiträge zur Neurologie der Reptilien“, die ihm die Anerkennung *Karl Ernst von Baers* und *Alexander von Humboldts* eintrugen. Im Jahre 1839 bestand er sein medizinisches Doktor- und Staatsexamen, ohne aber an die Ausübung der ärztlichen Praxis zu denken. Vielmehr folgte er einer Einladung des jungen Naturforschers *Louis Agassiz* nach Neuchâtel, um sich dort an dessen aufsehenerregenden Arbeiten zu beteiligen.

Agassiz war damals mit seinen Untersuchungen über fossile Fische beschäftigt, die in vieler Hinsicht epochemachend waren, und hatte kürzlich seine berühmten Gletscherforschungen begonnen, um der Eiszeittheorie eine wissenschaftliche Begründung zu geben. Er brauchte zur Ausführung dieser großen Unternehmungen die Hilfe anderer Forscher, und neben dem Flüchtling *Eduard Desor*, der bereits längere Zeit bei *Agassiz* arbeitete, erwarb sich *Karl Vogt* große Verdienste um dessen Erfolge. Er übernahm die Bearbeitung des Skeletts sowie der Schuppen und Zähne der fossilen Fische, die Beschreibung der Fische des alten roten Sandsteins und die Redaktion der deutschen Ausgabe des Buches über die Gletscher. Er beteiligte sich an den Forschungen auf dem Unteraargletscher und untersuchte mikroskopisch den roten Schnee und das darin enthaltene organische Leben. In seinem ersten, für einen weiteren Leserkreis bestimmten, 1843 erschienenen Buche „Im Gebirg und auf den Gletschern“ be-

schrrieb er die mehrwöchentlichen Sommeraufenthalte auf der Oberfläche des Unteraargletschers, nachdem er bereits 1840 und 1841 auf den Naturforscherversammlungen zu Erlangen und Mainz eine Lanze für die damals noch heftig befahdete Eiszeittheorie eingelegt hatte. Dazu kamen völlig selbständige Arbeiten über die Entwicklungsgeschichte der Felchen, die Anatomie der Bachforellen und die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte. —

Als *Agassiz* im Jahre 1844 einen Ruf nach Nordamerika erhielt, trennte sich *Vogt* von ihm und ließ sich in Paris nieder, wo er eine Zeitlang den Kommunisten *Bakunin* zum Zimmergenossen hatte. In anregendem Verkehr mit dem Physiker *Arago*, den Zoologen *Milne-Edwards* und *Valenciennes*, dem Botaniker *Jussieu*, dem Geologen *Elie de Beaumont* und vielen anderen bedeutenden Männern verlebte er in der französischen Hauptstadt drei genuß- und arbeitsreiche Jahre. Er vertiefte seine naturwissenschaftliche Bildung durch Studien an der Sorbonne und Bergschule und war ein häufiger Besucher der Sammlungen des Pflanzengartens. *Elie de Beaumonts* geologische Vorlesungen regten ihn zur Abfassung seines „Lehrbuchs der Geologie und Petrefaktenkunde“ an, das im Jahre 1846 erschien und das Interesse für die darin behandelte Wissenschaft in weiten Kreisen weckte.

In zoologischer Hinsicht besonders ergebnisreich war ein mit dem Dichter *Georg Herwegh* verlebter Herbstaufenthalt in St. Malo an der Küste der Bretagne. Hier lernte *Vogt* die Litoralfauna aus eigener Anschauung kennen und sammelte das Material zu einer Arbeit über die Entwicklungsgeschichte der marinen Nacktschnecken. Auch veröffentlichte er damals Studien über die Klassifikation der Schmelzschupper und über die Krebse der Schweiz.

Neue und vielseitige Anregungen wurden dem jungen Naturforscher zuteil, als er im Winter 1846/47 mit *Herwegh* Italien bereiste. Über Bern, Genf, Turin und den Col di Tenda ging die Fahrt nach Nizza, wo *Vogt* ein kleines Haus dicht am Meeresstrand zu einem zoologischen Laboratorium einrichtete, um die reiche Fauna der Bucht von Villafranca zu studieren. Nach zweimonatigem Verweilen in diesem Eldorado der Zoologen fuhr er über Genua, Livorno und Civitavecchia nach Rom, um dort die Naturkunde mit der Kunst und dem Altertum zu vertauschen. In seinem Buche „Ozean und Mittelmeer“ hat der gewandte Erzähler in Briefform die Eindrücke wiedergegeben, die er auf seinen Reisen nach der Bretagne und nach Italien gewonnen.

Bereits in Nizza hatte *Vogt* die Nachricht erhalten, daß ihm der neugegründete Lehrstuhl für Zoologie an der Universität Gießen übertragen worden sei. Nicht ohne große Schwierigkeiten war es den vereinten Bemühungen *Liebigs*, *Agassizens*, *Buchs* und *Humboldts* gelungen, die Opposition der hessischen Regierung gegen die

Anstellung des früheren Flüchtlings zu brechen. *Vogt* täuschte auch die Befürchtungen des Ministers *Jaup*, seines heftigsten Widersachers, nicht, denn kaum hatte er die Professur mit einer Rede „Über den heutigen Stand der beschreibenden Naturwissenschaften“ angetreten, als er seine „Physiologischen Briefe“ veröffentlichte, die wegen ihrer materialistischen Tendenz und ihrer Ablehnung der Lehre von der Unsterblichkeit der Seele einen Sturm der Entrüstung entfesselten, den Namen ihres Verfassers aber auch über die ganze Erde trugen, indem sie in alle Kultursprachen übersetzt wurden.

Nur wenige Monate jedoch sollte sich der neue Professor der Zoologie seinem Lehrberufe widmen können. Der Ausbruch der Revolution rief ihn zu anderer Tätigkeit. Seine Vaterstadt wählte ihn, nachdem er sich am Vorparlament beteiligt hatte, in die Nationalversammlung, wo er an der Seite *Robert Blums* die radikale Linke führte und als glänzender Redner einen hervorragenden Anteil an den Debatten nahm. Er folgte dem Rumpfparlament nach Stuttgart, wurde Mitglied der Reichsregentschaft und entfloß als einer der letzten aus den Toren der württembergischen Hauptstadt. —

Seiner Professur enthoben, weilte *Vogt* von 1849—1850 in Bern, wo seines Vaters gastliches Haus Scharen von deutschen Flüchtlingen beherbergte. Hier nahm er seine vormärzliche wissenschaftliche Tätigkeit wieder auf und übersetzte das anonym erschienene englische Werk „*Vestiges of the natural history of creation*“ unter dem Titel „Natürliche Geschichte der Schöpfung“ ins Deutsche, ohne jedoch den darin enthaltenen deszendenztheoretischen Ideen sich anzuschließen. Im Sommer 1850 siedelte er nach Nizza über, um dort in seinem früheren Laboratorium zwei Jahre mit marinen zoologischen Untersuchungen zu verbringen. Es waren besonders die Röhrenquallen und Salpen, denen er seine Aufmerksamkeit schenkte und über die er Arbeiten veröffentlichte, die ihm für alle Zeiten einen hervorragenden Platz unter den Erforschern der pelagischen Tierwelt sichern. Von Nizza aus sandte er auch seine „Untersuchungen über Tierstaaten“ in die Welt, eine köstliche politisch-naturgeschichtliche Satire, in der er Abrechnung mit seinen Gegnern in der Paulskirche hielt. Ihnen folgten alsbald die „Zoologischen Briefe“, eine lebendig geschriebene, mit zahlreichen Holzschnitten geschmückte Naturgeschichte der lebenden und untergegangenen Tiere für Lehrer, höhere Schulen und Gebildete aller Stände. *Vogt* behandelte darin, obgleich er damals noch nicht auf dem Boden der Abstammungslehre stand, die einzelnen Tiergruppen bereits in der Reihenfolge von den niederen zu den höheren, indem er mit den Urtieren begann und mit dem Menschen endete. Eine Ergänzung zu diesem weitverbreiteten Werke bildeten die 1852 erschienenen „*Bilder aus dem Tierleben*“, geistvolle Plaudereien über Thunfischfang, Salpen, Tierzeugung, unter-

gegangene Schöpfungen und Tierseelen. Mehrere dieser Aufsätze gab der Verfasser später unter dem Titel „Altes und Neues aus Tier- und Menschenleben“, vereinigt mit den „Tierstaaten“ und den Reisebriefen „Ozean und Mittelmeer“, nochmals heraus. —

Im Jahre 1852 folgte *Vogt* einem Rufe an die Akademie in Genf und übernahm die dortige Professur für Geologie und Paläontologie, zu der später noch die Professur für Zoologie hinzukam. Nicht ohne stürmische Auftritte verliefen in der Stadt *Calvins* die ersten Vorlesungen des radikalen Freidenkers; doch *Vogt* wurde seiner Gegner bald Meister und behauptete sich auch, als er 1855 in seiner wuchtigen, gegen den Göttinger Physiologen *Rudolph Wagner* gerichteten Streitschrift „Köhlerglaube und Wissenschaft“ die kirchlichen Lehren von der einpaarigen Abstammung des Menschen und der Existenz einer individuellen, unsterblichen Seelensubstanz befandete.

Die erste größere zoologische Arbeit, die der Genfer Professor veröffentlichte, behandelte die vergleichende Anatomie der Zeugungsorgane bei den Wirbeltieren. Gleichzeitig betätigte er sich auch in der angewandten Zoologie, indem er 1859 ein brauchbares Buch über die künstliche Fischzucht schrieb und im Winter 1860/61 öffentliche „Vorlesungen über nützliche und schädliche, verkannte und verleumdete Tiere“ hielt, die später ebenfalls gedruckt wurden. Eine erwünschte Abwechslung brachte die Beteiligung an einer Nordfahrt, die ein reicher Liebhaber der Naturwissenschaften, *Georg Berna* aus Frankfurt a. M., in den Monaten Mai bis Oktober 1861 auf dem Schooner „*Joachim Hinrich*“ entlang der norwegischen Küste nach dem Nordkap, Jan Mayen und Island unternahm. Außer *Vogt* waren der Geologe *Gressly*, der Maler *Hasselhorst* und der Arzt *Herzen Bernas* Begleiter auf dieser genauen Reise, die *Vogt* in einem mit *Hasselhorst*-schen Bildern geschmückten Werke beschrieben hat. —

Inzwischen hatte *Darwins* Buch über die Entstehung der Arten die Geister in Bewegung gesetzt. Für *Vogt* bedeutete dieses Werk einen teilweisen Umschwung in seinen Anschauungen. Hatte er früher die deszendenztheoretischen Vorstellungen bekämpft und sich aller Spekulationen über den Ursprung der Lebewesen geflissentlich enthalten, so wurde er nun ein begeisterter Anhänger der Abstammungslehre. Doch wich er in vielen Fragen von den orthodoxen Darwinisten ab und wollte auch von den Stammbäumen und anderen hypothetischen Aufstellungen *Haeckels* nichts wissen. Mit besonderem Eifer behandelte er die anthropologische Seite des Darwinismus und wies als einer der ersten mit Nachdruck auf die Folgerungen hin, die sich für unseren eigenen Ursprung aus der Deszendenztheorie ergeben.

Dies geschah zuerst 1863 in seinen „Vorlesungen über den Menschen, seine Stellung in der Schöpfung und in der Geschichte der Erde“.

Der erste Band dieses Werkes handelt über den Körperbau des Menschen und der Affen mit besonderer Berücksichtigung von Schädel und Gehirn, der zweite über den vorgeschichtlichen Menschen, die Entstehung der Menschen- und Haustierrassen und den Darwinismus. Besonderes Aufsehen machte die in diesen Vorlesungen bereits angedeutete, 1867 in einem besonderen Werke „*Mikrozephalen oder Affenmenschen*“ weiter ausgeführte Theorie, daß das Mikrozephalengehirn durch Hemmungsbildung dem Affengehirn so ähnlich geworden sei, daß man in jenen unglücklichen Menschen eine lebende Zwischenform zwischen Affe und Neger erblicken dürfe. Während *Virchow* diese Lehre heftig befandete, sprach sich *Darwin* in seiner „*Abstammung des Menschen*“ zu ihren Gunsten aus.

In zahlreichen weiteren Arbeiten legte *Vogt* die Ergebnisse seiner anthropologischen Forschungen nieder. Er schrieb über die fossilen Menschen Schädel der Diluvialbildung in Deutschland und Italien, über den Schädel von Greng, den Unterkiefer von la Naulette, den Schädel des Arnotales, über etruskische und römische Schädel sowie über den *Pithecanthropus* von Java. Er schilderte die Urzeiten des Menschengeschlechts und entwickelte neue Ansichten über Kannibalismus und Menschenopfer. Dazu kamen Abhandlungen über andere Fragen der Abstammungslehre, wie die über den Urvogel der Jurazeit und die Entstehung der Landtiere.

Aber nicht nur mit der Feder in der Hand kämpfte *Vogt* für die neue Auffassung vom Ursprung des Menschen und der übrigen Lebewesen. Auch das gesprochene Wort, das er in so seltenem Maße beherrschte, sollte seinen Zwecken dienen. Ende der sechziger Jahre durchzog er als Wanderredner Deutschland, Österreich und Belgien und verkündete vor Tausenden von Zuhörern sein darwinistisch-materialistisches Evangelium. Damals stand er auf dem Gipfel seiner Popularität. —

In den Jahren 1874 bis 1876 verlebte *Vogt* mit seiner Familie drei Sommer in Roscoff an der Küste der Bretagne, wo *Lacaze-Dulhiers* ein zoologisches Laboratorium leitete, und arbeitete dort über Fische, Moostierchen und parasitische Krebse. Dann machte er die Eingeweidewürmer des Menschen zum Gegenstand seiner Studien und regte seinen Schüler *Zschokke* zu weiteren Forschungen auf diesem Gebiete an. 1883 vereinigte er sich mit dem Tiermaler *Friedrich Specht* zur Herausgabe eines Prachtwerkes über die Säugetiere und 1888 mit seinem Assistenten *Yung* zur Bearbeitung eines „Lehrbuches der praktischen vergleichenden Anatomie“. Beide Werke verhalfen dem Namen *Vogt* zu neuem Glanze.

Die vielseitige Tätigkeit des Genfer Professors erstreckte sich auch auf das geologische Gebiet. Schon bald nach der Übernahme seines Lehrstuhles hatte er beim Bau der Schweizer Eisenbahnen mit Rat und Tat zu wirken, und später arbeitete er

über die mikroskopische Struktur der vulkanischen Gesteine, über die Erscheinungen der Eiszeit sowie über Meteoriten und die angeblich darin enthaltenen Organismen. Der ihm sonst ferner liegenden botanischen Paläontologie diente er durch die Übersetzung von *Saportas* Werk über „die Pflanzenwelt vor dem Erscheinen des Menschen“. Überhaupt hielt er es für seine Aufgabe, durch Übersetzungen hervorragender Schriftsteller zwischen der deutschen, französischen und englischen Wissenschaft zu vermitteln. Außer den „*Vestiges*“ und *Saporta* übertrug er *Huxleys* gehaltreiche Schrift „Über unsere Kenntnis von den Ursachen der Erscheinungen in der organischen Natur“ und *Brillat-Savarins* „Physiologie des Geschmacks“ in das Deutsche, *Gegenbaurs* „Grundzüge der vergleichenden Anatomie“ in das Französische. Bedenkt man, daß er neben dieser umfassenden literarischen und rednerischen Betätigung im Dienste der Vermehrung und Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse noch Zeit zur Beteiligung an organisatorischen und politischen Bestrebungen fand, so staunt man über die gewaltige Arbeitsfähigkeit, die dieser Kraftnatur beschieden war.

Viele Jahre lang wirkte *Vogt* für den Gedanken, eine internationale zoologische Meeresstation ins Leben zu rufen, und bahnte damit das *Dohrnsche* Unternehmen an, das er 1883 zu mehrmonatigen Studien besuchte. Er beteiligte sich an der Gründung des Genfer Nationalinstituts für Wissenschaft, Kunst und Agrikultur, half die Deutsche anthropologische Gesellschaft ins Leben rufen und war einer der Tätigsten bei der Errichtung der Genfer medizinischen Fakultät, durch die sich die Akademie zum Range einer Universität erhob. Er war Mitglied des Großen Rates des Kantons Genf, des Eidgenössischen Ständerates sowie des Schweizerischen Nationalrates und nahm an allen politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Bewegungen seiner neuen Heimat den regsten Anteil. Die schwierige polizeiliche Regelung der Fischereiverhältnisse in den italienisch-schweizerischen Seen wurde ihm übertragen. Auch bei allen großen Ereignissen der Weltpolitik ließ *Vogt* seine ratende und mahnende Stimme erschallen, und stets fanden seine Schriften über die europäische Lage lebhaften Widerhall bei Freund und Feind. Selbst in dichterische Form kleidete er seine politischen Gedanken, wie er denn überhaupt mehrfach seiner humoristischen und satirischen Laune in poetischen Ergüssen die Zügel schießen ließ.

Ende Juni 1894 begann der Sechundsiebzigjährige auf vielfaches Verlangen seiner Freunde, seine Lebenserinnerungen zu schreiben. Leider gelangte er in diesem, an originellen Charakter schilderungen überreichen Buche nur bis zu seiner Übersiedelung von Neuchâtel nach Paris. Am Sonntag, den 5. Mai 1895, nachmittags 5 Uhr, nahm der Tod dem unermüdlichen Arbeiter die Feder aus der Hand.

Über absolute Zeitmessung in der Geologie auf Grund der radioaktiven Erscheinungen¹⁾.

Von Robert W. Lawson, derzeit am Institute für Radiumforschung in Wien.

(Schluß.)

V. Das Ansammeln von Blei in radioaktiven Mineralien.

Daß das Blei fast immer in Uranmineralien nachweisbar ist, ist eine den Mineralchemikern schon längst bekannte Tatsache. *Hillebrand* erwähnt, daß ihm kein Fall vorgekommen ist, wo das Blei nicht als Begleitelement des Urans in uranhaltigen Mineralien vorhanden wäre. Auch *Boltwood* hatte dies erkannt, und im Jahre 1905 äußerte er als erster die Vermutung, daß hier ein genetischer Zusammenhang vorliegt. Sollte nicht das Blei als stabiles Endprodukt des Zerfalls im Falle der Uranserie aufzufassen sein? Zwei Jahre später konnte er zeigen, daß in Mineralien desselben Alters das Verhältnis Blei zu Uran merklich konstant ist und daß es mit dem Alter des Minerals zuzunehmen schien. Die Frage wurde dann von *Holmes* 1911 weiter behandelt und aus den Blei-Uran-Verhältnissen eine Methode ausgearbeitet, die mit einiger Sicherheit das Alter der Mineralien zu bestimmen gestattet. Die Ergebnisse der neueren Forschungen auf diesem Gebiete haben die Richtigkeit der Boltwoodschen Auffassung vollauf bewiesen. Freilich fehlen direkte experimentelle Beweise für das Entstehen eines bleiartigen Endproduktes (RaG) der Uranzerfallsreihe, da solche Versuche langjähriges Beobachten benötigen und in einem Menschenalter zu keinem einheitlichen RaG führen können; — das mit dem Blei isotope Element RaD wird naturgemäß stets im entstandenen Blei vorhanden sein.

Betrachten wir zunächst die deduktiven Argumente, die dafür sprechen, daß das Endprodukt RaG als mit dem Blei chemisch identisch (d. h. isotop) anzunehmen ist.

Die Einordnung der Radioelemente in das periodische System, wie sie von *Soddy* und von *Fajans* ausgeführt wurde, führt das Endprodukt der Uranreihe an die Stelle des Systems, an welcher das Blei steht.

Das Schema des radioaktiven Zerfalles führt nach Verlust von acht Heliumatomen vom Uran zum Endprodukt mit dem theoretischen Atomgewicht 206,2 bzw. 206,0, je nachdem das Atomgewicht vom Uran (238,2) oder das vom Radium (226,0) zu diesem Zwecke angewendet wird. Da nun das Atomgewicht des Bleis den Wert 207,2 besitzt, erweckte diese Unstimmigkeit der Atomgewichte einiges Bedenken bezüglich der Annahme, daß das Blei als Endprodukt der Uran-

¹⁾ In einer vor kurzem in dieser Zeitschrift (4, S. 725, 1. Dezember 1916) erschienenen Abhandlung „Über neuere Versuche einer Zeitmessung in der Erdgeschichte“ behandelte Prof. Dr. O. Abel diese Frage vom biologischen Gesichtspunkte aus.

reihe anzusehen wäre. In den letzten Jahren ist aber das Blei, welches sich in uranhaltigen Mineralien befindet, der Gegenstand vielfacher eingehender Untersuchungen gewesen, die zum Resultat geführt haben, daß dieses Blei, obwohl chemisch und spektroskopisch mit dem gewöhnlichen Blei identisch, ein anderes Atomgewicht als letzteres besitzt. Werte des Atomgewichtes, die durchweg zwischen 206,4 und 206,9 liegen, wurden von *Richards* und *Lembert*, *Hönigsmid* und *St. Horovitz* und von *Maurice Curie* erhalten, meist an Blei aus Pechblende verschiedener Provenienz. Die höheren Werte entsprechen Pechblenden sekundären Ursprunges, die infolge ihres in den meisten Fällen gemeinschaftlichen Vorkommens mit Bleiglanz sehr leicht mit dem gewöhnlichen Blei verunreinigt sein könnten. Für das Blei aus reinem Uraninit von Morogoro in Deutsch-Ostafrika einerseits und aus Brögerit (Moos, Norwegen) andererseits erhielten *Hönigsmid* und *St. Horovitz* die Werte 206,05 resp. 206,06. Ihrer primären Natur nach sind beide Mineralien als frei vom Bleiglanz anzusehen und die erhaltenen mit den theoretisch zu erwartenden gut übereinstimmenden Werte sind auch dafür die sicherste Gewähr. Das Vorkommen von praktisch reinem RaG in primären Uranmineralien ist auch neuerdings von *Richards* und *Wadsworth* bestätigt worden. Diese Forscher fanden für das Blei aus Cleveit (Norwegen) den Wert 206,08. Die Atomgewichtsbestimmungen an Blei aus Uranmineralien bilden also eine mächtige Stütze der Annahme, daß das Endprodukt der Uranzerfallsreihe ein mit dem Blei isotopes Element sein muß.

Für frische primäre Uranmineralien von bestimmtem Alter findet man eine nahe Proportionalität zwischen der Menge des enthaltenen Bleis und der Menge des Urans, d. h. für solche Mineralien wird das Blei-Uran-Verhältnis (Pb/U) nahezu konstant gefunden. Bezogen auf ein Gramm Uran im Minerale ist die Menge des durch den radioaktiven Zerfall entstandenen Bleis in gleich alten Mineralien dieselbe, vorausgesetzt, daß seit der Auskristallisation des Minerals Blei weder hinzugeführt noch durch irgendwelche Prozesse entfernt worden ist. Ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der Annahme eines stabilen bleiartigen Elements als Endprodukt der Uranreihe besteht im Verhalten des Pb/U-Verhältnisses in Mineralien von verschiedenem Alter. Untersucht man den Blei- sowie den Urangehalt solcher Mineralien, so findet man eine stetige Zunahme des Blei-Uran-Verhältnisses mit dem Alter. Wäre das RaG ein instabiles Element, dann müßte sich ein radioaktives Gleichgewicht wahrnehmbar machen, in ähnlicher Weise, wie es beim Radium der Fall ist.

Wie schon erwähnt, läßt sich die Umwandlung des Urans symbolisch auf folgende Weise schreiben:
$$\text{U} \longrightarrow 8\text{He} + \text{RaG}$$

238,2 32 206,0. Nun läßt sich aus den Rutherford-Geigerschen Zählungen der

α -Teilchen berechnen, daß 1 g Uran samt Zerfallsprodukten in einem Jahre $11,0 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3$ oder $1,97 \cdot 10^{-11} \text{ g}$ Helium entwickeln würde. Diese zeitliche Heliumentwicklung ist auch experimentell von *Strutt* mit befriedigend übereinstimmenden Resultaten direkt gemessen worden. Aus obiger Relation geht hervor, daß für je 32 Gewichtsteile des entstehenden Heliums 206,0 Gewichtsteile des RaG erzeugt werden; daraus berechnet sich leicht die Menge des RaG, welche von 1 g Uran in einem Jahre erzeugt würde, zu $1,27 \cdot 10^{-10} \text{ g}$. Es würde also 1 g Uran, wenn seine Menge während der Desintegration durch fortgesetzte Zugabe vom selben Element auf dem Anfangswert erhalten bliebe, in 7900 Millionen Jahren 1 g RaG produzieren. Wenn wir ferner mit *Pb* und mit *U* die Prozentgehalte eines Minerals an Blei bzw. an Uran bezeichnen, so ergibt sich das Alter eines Minerals durch Einsetzen der Gehalte in die Relation $\text{Pb}/\text{U} \times 7900 \text{ Millionen Jahre}^1$.

Die vorliegende Methode zur Bestimmung geologischer Zeiten ist mit einigen Voraussetzungen behaftet, die einer näheren Besprechung bedürfen. Falls gewöhnliches Blei als ursprüngliche Verunreinigung eines Minerals vorhanden sein sollte, ist es klar, daß dies eine große Unsicherheit in der Anwendung dieser Methode mit sich bringen würde. Es sei aber erwähnt, daß die gewöhnlichen Mineralien von Eruptivgesteinen einen praktisch zu vernachlässigenden Gehalt an Blei aufweisen. Wählt man zur Untersuchung

¹⁾ Unberücksichtigt in dieser Relation ist der zeitliche Zerfall des Urans. Streng läßt sich diese Korrektur auf folgende Weise durchführen (siehe *St. Meyer* und *E. von Schweidler*, „Radioaktivität“, bei Teubner, 1916, S. 447). Von einer ursprünglichen Zahl N_0 Uranatome zerfällt die Zahl $N_0(1 - e^{-\lambda t})$ während einer Zeit t , d. h. $N_g = N_0(1 - e^{-\lambda t})$ Atome des RaG werden in dieser Zeit erzeugt und es bleiben noch $N_t = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ Uranatome unverwandelt. Das Verhältnis der Massen unter Einsetzung der abgerundeten Atomgewichte (238 und 206) ist daher

$$\frac{\text{RaG (Pb)}}{\text{U}} = 0,87 \cdot \frac{N_0(1 - e^{-\lambda t})}{N_0 \cdot e^{-\lambda t}} = 0,87 \cdot (\lambda t + \frac{1}{2} \cdot \lambda^2 t^2 + \dots).$$

Hier bedeutet t das Alter des Minerals in Jahren und λ die Zerfallskonstante des Urans in reziproken Jahren. *Holmes* macht diese Korrektur auf empirischem Wege etwa wie folgt: Die „Zeitmittelwert“-menge (U_m) des Urans ist für Zeiten bis zu etwa 2000 Millionen Jahren praktisch gleich $\frac{U_0 + U_t}{2}$ zu setzen. Nun ist $U_0 = U_t + 8\text{He} + \text{RaG (Pb)}$, oder dem Gewichte nach ist $U_0 = U_t + 1,16 \cdot \text{Pb}$; daher ist $U_m = \frac{U_0 + U_t}{2} = U_t + 0,58 \cdot \text{Pb}$ und der exaktere Ausdruck $\frac{\text{Pb}}{U_m} \cdot 7900 \text{ Millionen Jahre}$ für das Alter eines Minerals lautet somit $\frac{\text{Pb}}{U_t + 0,58 \text{ Pb}} \times 7900 \text{ Millionen Jahre}$.

des Alters nur diejenigen Mineralien, die einen viel größeren Urangehalt als die Hauptmasse des Muttergesteines besitzen, so wird das ursprünglich vorhandene Blei ganz zu vernachlässigen sein gegenüber der Menge, die sich infolge des radioaktiven Zerfalles seit dem Entstehen des Minerals gebildet hat. Ferner wird der ursprüngliche Bleigehalt um so weniger ausmachen, je älter das Mineral ist. Leider können wir aber nicht immer sicher sein, daß das Urblei ein zu vernachlässigender Bruchteil des Gesamtbleis ist, und da es am wahrscheinlichsten von Mineral zu Mineral einen verschiedenen Betrag ausmachen würde, könnte die Folge eine sehr schlechte Übereinstimmung der einzelnen Blei-Uran-Verhältnisse sein. Dadurch würde diese Methode der Altersbestimmung sehr viel an Zuverlässigkeit einbüßen. Nun besitzt das gewöhnliche Blei, welches in der Form eines Urbleis in Mineralien vorkommen könnte, ein Atomgewicht von 207,2, das also um 1,2 Einheiten höher ist, als das des auf radioaktivem Wege erzeugten RaG (206,0). Diese Tatsache ist der Fingerzeig, der uns auf das Ziel verlässlicher Altersbestimmungen der Minerale hinweist. Erhielt man für das Atomgewicht des im Minerale vorhandenen Bleis den Wert 207,2, so ist bewiesen, daß der Gesamtbleigehalt aus gewöhnlichem Blei als Verunreinigung besteht; dagegen ist durch ein Atomgewicht von etwa 206,0 der radioaktive Ursprung des Bleis festgestellt. Dazwischenliegende Werte für das Atomgewicht deuten auf eine Mischung der zwei Bleigattungen hin. Es sind also die Kennzeichen für das Nichtvorhandensein von ursprünglichem *Plumbum commune* a) die Konstanz der Blei-Uran-Verhältnisse für eine Reihe von frischen, primären Uranmineralien von gleichem geologischen Alter und b) ein Atomgewicht des untersuchten Bleis von der Größe 206,0.

Schon vor Jahren hatte *Boltwood* in Mineralien vermutlich desselben Alters eine auffallende Unabhängigkeit des Blei-Uran-Verhältnisses vom Thoriumgehalt bemerkt, und daraus den Schluß gezogen, daß man nicht das Blei als stabiles Endprodukt der Thoriumzerfallsreihe annehmen kann. Auch in anderen Fällen schien der Bleigehalt eines Minerals nur mit dem Urangehalt im engen Zusammenhang zu stehen und für eine Reihe von Mineralien — darunter auch Thorite — vom Langesundfjord in Norwegen konnte *Holmes* dasselbe konstatieren. Indes schien es nach Einreihung der Radioelemente in das periodische System durch *Soddy* und *Fajans* im Jahre 1913 sowohl wünschenswert wie auch notwendig, diese Frage einer eingehenderen Untersuchung zu unterwerfen. Nach diesem Schema fallen nämlich die Endprodukte der Uran- bzw. der Thoriumreihe der Blei-Gruppe (IVb) zu. *Holmes* und *Lawson* bestimmten daher nicht allein die Uran- resp. Bleigehalte einer Reihe von Mineralien von Südnorwegen, sondern auch ihre Thoriumgehalte. Diese Mineralien schienen geologisch sehr gut definiert

zu sein und dadurch ausgezeichnet, daß das Verhältnis von Thorium zu Uran in den Einzelproben zwischen weiten Grenzen variierte (ca. von 100 : 1 bis 0,1 : 1). Es stellte sich eine auffallende Unabhängigkeit zwischen den Blei- und Thoriumgehalten heraus, welche sich in der Weise äußerte, daß das Pb/U-Verhältnis (mit zwei Ausnahmen) durch die Serie merklich konstant blieb, wogegen das Verhältnis Pb/(U + 0,4 Th) bis auf ein Fünftel seines höchsten Wertes mit Zunahme des Verhältnisses Th/U heruntersank. Falls Thorblei stabil sein sollte und die Mineralien gleich alt wären, hätte das Pb/(U + 0,4 Th)-Verhältnis konstant bleiben müssen. Diese Resultate schienen also deutlich für die Instabilität des Thorbleis (ThE) zu sprechen, und unter Zuhilfenahme von vier Analysen von Thoriten berechneten die genannten Autoren eine Halbierungszeit für ThE von der Größenordnung 10^8 Jahre. Die Atomgewichtsbestimmungen von *Richards* und *Lembert* an Blei aus Galler Thorianit (Ceylon) sprechen scheinbar auch eher dafür als dagegen, daß das Thoriumblei instabil wäre.

Zu einem ganz anderen Resultate führten aber die Atomgewichtsbestimmungen von *Soddy* und Mitarbeitern an Blei aus Ceyloner Thorit (Provinz Sabaragamuwa). Das theoretische Atomgewicht für ThE ist 208,12, und nun fand *Soddy* zuerst den Wert 208,4, dann später nach einer Bestimmung der Dichte den Wert 207,74. Noch später erhielt er nach einem direkten Verfahren den Wert 207,694. Um es Professor *O. Hönigschmid* zu ermöglichen, Atomgewichtsbestimmungen an demselben Thoritblei auszuführen, hatte Professor *F. Soddy* die Freundlichkeit, mir etliche Gramme seines Materials zu überlassen. An diesem Material fand ersterer, als Mittel aus acht Bestimmungen, den Wert $207,77 \pm 0,014$, ein Wert, der das aus Dichtebestimmungen von *Soddy* ermittelte Atomgewicht vollkommen bestätigt. Damit wurde endgültig festgestellt, daß das Thoriumblei als praktisch stabil angesehen werden muß.

Es seien an dieser Stelle einige Bemerkungen über den scheinbaren Widerspruch zwischen den letztgenannten und den vorher erwähnten Resultaten bezüglich des Thorbleis erlaubt. Am naheliegendsten wäre es vielleicht, an der Richtigkeit der Bleianalysen von *Holmes* und *Lawson* Zweifel zu hegen, wie das ja auch inzwischen von anderer Seite geschehen ist. Hierdurch wäre aber keine Erklärung für die auffallende Konstanz der Pb/U-Verhältnisse in der Serie der von diesen Autoren untersuchten Mineralien gegeben, ganz abgesehen von den Resultaten anderer Analytiker, die in ihrer Arbeit zusammengestellt sind und die ebenfalls für die Instabilität des Thorbleis zu sprechen scheinen.

Nach sorgfältiger Prüfung des Beweismaterials ist der Verf. zur Ansicht gekommen, daß der Widerspruch eher in der sekundären Natur der Thoriummineralien seine Aufklärung findet. Obwohl thorreiche Mineralien und namentlich Thorite

meist als sekundäre Minerale aufgefaßt werden, waren viele Geologen der Ansicht, daß die Zeit ihres Entstehens als „paulo-post“ — d. h. kurz nach der Erstarrung des Hauptmagmas anzusehen wäre. Dies mag ja auch, wie es scheint, in manchen Fällen zutreffen; in den meisten und besonders für die Mineralreihe, die von *Holmes* und *Lawson* untersucht wurde, jedoch nicht. Für einen geologisch gut definierten Gesteinskomplex scheinen diejenigen Minerale, welche im Verhältnis zu Uran den größten Thoriumgehalt aufweisen, fast ausnahmslos jünger zu sein, als diejenigen, welche an Thorium ärmer sind¹⁾.

Wegen der Unsicherheit, mit der die Blei-Uran-Verhältnisse der Thormineralien behaftet sind, würde es am zweckmäßigsten erscheinen, solche Minerale für *allgemeine* Altersbestimmungen gänzlich zu verwerfen. Bis vor kurzem war man geneigt, an eine fast stetige Verunreinigung von Thormineralien durch gewöhnliches Blei zu glauben, indem man annahm, daß sich das Blei mit dem Thorium vergesellschaftet in etwa derselben Weise, wie es Zink und Kadmium tun. Dies dürfte ja auch bei manchen veränderten Mineralien stimmen, scheint aber im allgemeinen eine unnötige Annahme zu sein. Als Beispiel können wir die Thorianite von Ceylon heranziehen (für Analysen vgl. *Holmes*, Geol. Ass., 1915). Die Archäicum-Plattform von Ceylon besteht aus uralten Gneisen, kristallinischen Kalksteinen usw., durchdrungen von: a) einer „Charnockit“-Gesteinsserie, b) Pegmatiten, von denen einige Thorit und Thorianit enthalten, und c) von Pyroxenen und verwandten Gesteinsgattungen. Die Blei-Uran-Verhältnisse der Thorianite in den Pegmatitgängen deuten auf zwei verschiedene Alter hin, je nachdem man den Galler- (mit ca. 20 % Uran) oder den Sabaragamuwa-Thorianit (mit ca. 10 % Uran) zu diesem Zwecke verwendet. Dies ist sicherlich auf das Vorhandensein eines stabilen Thoriumbleis und nicht auf das eines Urbleis zurückzuführen, da sich unter Heranziehung der Resultate, welche mit dem Ceyloner Thorit erhalten worden sind, mit einiger Wahrscheinlichkeit schließen läßt, daß die thorianithaltigen Pegmatitgänge von Ceylon praktisch dasselbe Alter besitzen, und zwar etwa 400 bis 500 Millionen Jahre. Letzteres steht auch im Einklange mit Analysen an praktisch thorfreier Pechblende von derselben Gegend. Danach gehörten diese Pegmatitgänge etwa dem *Silur* oder *Ordovician* an und nicht den ältesten der Gesteine der Erdkruste, wie man ja früher gemeint hat. Die Diskrepanzen der Bleiverhältnisse im Falle der Thoriumminerale (*Devon*) der Kristianiagegend in Norwegen dürften nur teilweise durch das Vorhandensein von gewöhnlichem Blei hervorgerufen sein, größtenteils aber durch eine spätere sekundäre Umgestaltung dieser Mineralien.

¹⁾ Diese Frage, im Zusammenhang mit den Resultaten von *Holmes* und *Lawson*, wird demnächst an anderer Stelle eingehender behandelt werden.

Es erübrigt noch die Besprechung einer weiteren Voraussetzung der „Blei“-Methode zur Altersbestimmung der Mineralien. Inwiefern sind wir berechtigt, anzunehmen, daß die untersuchten Mineralien seit ihrer ursprünglichen Auskristallisation keine chemischen Umwandlungen in Gestalt einer Anreicherung oder Verarmung an Blei erlitten haben? Daß eine derartige Umänderung von Mineralien stattfindet, ist vielleicht am deutlichsten an den radioaktiven Mineralien von Llano Co., Texas, zu sehen. Das Blei-Uran-Verhältnis für diese Mineralserie variiert zwischen den Werten 0,102 und 1,13 (vgl. *Holmes*, l. c., Tabelle D), und die Ursache dieser Schwankungen ist jedenfalls zum Teile durch Umgestaltung der Mineralien zu erklären, obwohl einige unter ihnen ein ziemlich großes Th/U-Verhältnis aufweisen (vgl. oben). Diese Mineralien kommen in Pegmatitgängen vom späteren Präkambrium vor und sind von sekundären Produkten durchsetzt. Solche Mineralien sind natürlich zu Altersbestimmungen ganz ungeeignet.

In welchem Grade ein Mineral frisch und unverändert ist, kann im allgemeinen mit wenigen Hilfsmitteln an Ort und Stelle festgestellt werden. Nur dasjenige Mineral ist zu Altersbestimmungen geeignet, welches stabil, frisch und ein primäres Produkt der Erstarrung des Muttergesteins ist, in welchem es sich befindet. Wenn diese Bedingungen erfüllt sind, sollen die Blei-Uran-Verhältnisse von gleich alten Uranmineralien untereinander merklich konstant sein. Die Methode liefert nebenbei eine Kontrolle ihrer Zuverlässigkeit, indem eine eventuell übersehene Änderung des Minerals sich durch Inkonzanz der Blei-Uran-Verhältnisse äußert. Wie schon erwähnt, ist also das Kriterium einer zu verlässlichen Altersbestimmungen geeigneten Mineralserie: 1. die Konstanz der einzelnen Blei-Uran-Verhältnisse und 2. ein Atomgewicht für das enthaltene Blei von etwa 206,0.

Entsprechend der Übersichtstabelle der wichtigsten Resultate nach der „Helium“-Methode, die sich im III. Abschnitt befindet, seien hier die derzeit verlässlichsten Resultate nach der „Blei“-Methode in einer Tabelle zum Vergleiche angegeben. Die Resultate sind in modifizierter Form aus einer Arbeit von *Holmes* (l. c.) entnommen, sowie auch die nachfolgenden geologischen Anmerkungen betreffs der Einzelgruppen der Tabelle. Diejenigen Minerale, welche ein beträchtliches Th/U-Verhältnis aufweisen, sind in der Tabelle nicht angeführt.

I. Der Uraninit von Glastonbury, Conn., U. S. A., kommt in Pegmatitgängen vor, welche mit einem Granite wahrscheinlich vom späten Carbonalter vergesellschaftet sind. Der Granit ist durch die unteren Carbonschichten durchgedrungen und ist sicherlich *prätriassisch*.

II. Weiter südlich, in den Appalachen von Nord- und Südkarolina, findet man Uraninit in groben Pegmatitgängen, dessen Alter leider unbekannt ist. Das Alter der von den Pegmatiten

Tabelle der wichtigsten Resultate nach der „Blei“-methode.

Serie	Mineral	Fundort	Pb/U-Verhältnisse		Mittleres Alter in Millionen Jahren (= $Pb/U_m \cdot 7900$): Geologische Epoche und sonstige Bemerkungen
I.	Uraninit	Glastonbury, Conn., U. S. A.	0,041		<i>Carbon</i> : 320 Millionen Jahre.
	"	"	0,043	Mittel	
	"	"	0,040	= 0,041	
	"	"	0,042		
	"	"	0,040		
II.	Uraninit	Spruce Pine, Nord-Karolina	0,051*		<i>Kambrium bis Tertiär (?)</i> : 370 Millionen Jahre Ursprüngliches Blei berücksichtigt = 260 Millionen Jahre. *Atomgewicht des Bleis: 206,4 (Richards und Lembert).
	"	"	0,055*		
	"	"	0,049*	Mittel	
	"	Marietta, S. C.	0,046	= 0,048	
	Zirkon	Nord-Karolina	0,047		
III.	"	"	0,042		
	Zirkon	Brevig, Kristiania- Gegend, Norwegen	0,040		<i>Devon</i> (wahrscheinlich Mittel-): 340 Millionen Jahre. Thorblei berücksichtigt = 300 Millionen Jahre.
	"	"	0,046		
	Pyrochlor	"	0,048	Mittel	
	Biotit	"	0,044	= 0,044	
	Zirkon	"	0,041		
IV.	Uraninit	Anneröd, Norwegen	0,13		<i>Mittel-Präkambrium (Prä-Jatulian)</i> : 1000 Millionen Jahre. *Atomgewicht des Bleis = 206,06 (Hönigsmid und St. Horovitz).
	"	"	0,12		
	Annerödit	"	0,15		
	Uraninit	Elvestad, "	0,14		
	"	"	0,14	Mittel	
	"	Skaartorp "	0,135	= 0,13	
	"	Huggenäskilen "	0,13		
	"	"	0,12		
V.	Bröggerit	Moos, Norwegen	0,13*		<i>Mittel-Präkambrium (Prä-Jatulian)</i> : 1300 Millionen Jahre. *Atomgewicht des Bleis = 206,08 (Richards und Wadsworth).
	"	"	0,13		
	"	"	0,13		
VI.	Cleveit	Arendal, Norwegen	0,19*		<i>Mittel-Präkambrium (Prä-Jatulian)</i> : 1300 Millionen Jahre. *Atomgewicht des Bleis = 206,08 (Richards und Wadsworth).
	Uraninit	"	0,18		
	"	"	0,17	Mittel	
	"	"	0,17	= 0,18	
	Xenotim	Naresto, "	0,21		
VII.	Fergusonit	Ytterby, Schweden	0,17	Mittel	<i>Mittel-Präkambrium (Ser-archäische Granite)</i> : 1100 Millionen Jahre.
	Gadolinit	"	0,15	= 0,16	
VIII.	Uraninit	Villeneuve, Quebec, Ontario	0,17		<i>Mittel-Präkambrium</i> : 1200 Millionen Jahre.
IX.	Uraninit	Morogoro, Deutsch-Ost- Afrika	0,094*		Geologisches Alter unbestimmt: Jedenfalls jünger als IX u. X, 700 Millionen Jahre. *Atomgewicht des Bleis = 206,05 (Hönigsmid und St. Horovitz).
	"	"	0,092	Mittel = 0,093	
X.	Zirkon	Nrassi-Bassin, Mozambique	0,17		Geologisches Alter unbekannt: Jedenfalls jünger als X. 1100 Millionen Jahre.
	"	Monapo-Fluß, Mozambique	0,15	Mittel = 0,15	
	"	"	0,15		
	Biotit	Ligonia, Zambesia	0,14		
X.	Zirkon	Mozambique	0,21		Geologisches Alter unbekannt: Von den ältesten gneisähnlichen Graniten. 1500 Millionen Jahre.

durchdrungenen Schichten mag irgendwo zwischen dem Kambrium und dem Tertiär liegen. Die Schwankungen der einzelnen Blei-Uran-Verhältnisse zwischen den Werten 0,042 und 0,055 sind zum Teile chemischen Veränderungen der Mineralien zuzuschreiben. Die ersten zwei und die vierte Probe sind von *Hillebrand* analysiert worden und waren nicht frisch; diese Resultate sind daher von zweifelhaftem Werte. Indes ist das Atomgewicht von Blei aus Nordkarolina-Uraninit von *Richards* und *Lembert* bestimmt worden und das Resultat deutet darauf hin, daß nur 70 % der Gesamtbleimenge radioaktiven Ursprunges sind. Wenn man dies berücksichtigt, so findet man, daß die Nordkarolina-Pegmatitgänge wahrscheinlich etwas jünger als die von Glastonbury sein dürften. Es scheint wahrscheinlich, daß sämtliche uranhaltigen Pegmatitgänge der Appalachen von nicht weit verschiedenem Alter sind, und zwar etwa der Spät-Carbon- oder Kreidegruppe angehören.

III. Bedauerlicherweise kommt der Uraninit in den vulkanischen Devongesteinen der Kristianigegend in Norwegen nicht vor. Für die angeführten Mineralien ist das Verhältnis Th/U durchwegs weniger als 1,0. Berücksichtigung der hohen Stabilität des Thorbleis läßt es wahrscheinlich erscheinen, daß das wahre Alter für diese Devonformation um etwa 10 % kleiner ist, als der in der Tabelle angeführte Wert. In diesem Zusammenhang ist es bemerkenswert, daß nach der Methode der „pleochroitischen Höfe“ die etwas älteren Granite der Grafschaft Carlow, Irland, das Maximalalter 400 Millionen Jahre lieferten.

IV. Bezüglich der präkambrischen Formationen von Skandinavien sind drei Serien von vulkanischen Einbrüchen bekannt, welche radioaktive Mineralien enthalten. Alle drei Serien drangen in die älteren Schiefer- und Quarzitmassen des Präkambriums hinein und wurden zum Teile durch diejenige Denudation abgetragen, welche die Ebene, auf der die Jatulischen Formationen abgelagert wurden, gebildet hatte. Sie gehören daher sämtlich dem mittleren Teil der präkambrischen Epoche zu. Die Lage dieser Gesteine in der präkambrischen Aufeinanderfolge wird durch folgende schematische Anordnung ersichtlich gemacht (siehe die folgende Spalte oben).

Die IV. Gruppe der Mineralien gehört den Pegmatiten der Moosgegend des südlichen Norwegens zu, welche gemeinsam mit Graniten von „post“-kalevischem Alter vorkommen. Die Blei-Uran-Verhältnisse schwanken nur zwischen 0,12 und 0,15, und das Atomgewicht vom Blei aus Brögerit ($Pb/U = 0,13$) wurde von *Hönigschmid* und *St. Horowitz* zu 206,06 gefunden. Es sind also in diesem Falle sämtliche Kriterien erfüllt, welche für die völlige Eignung dieser Mineralien zu Altersbestimmungen sprechen, und das für diese Mineralien berechnete Alter kann daher mit vollem Vertrauen akzeptiert werden.

V. Eine ähnliche Mineralserie findet sich in den Pegmatiten der Gegend von Arendal in Süd-

	<i>Fenno-Skandia</i>	<i>Canada</i>
Ober-Präkambrium oder „Ep“-Archäicum	<i>Rapakivi-Granit</i> Jotnian	Keweenawan
„Ep“-Archäicum-Intervall	Jatulian	Animikie
Mittel-Präkambrium oder „Mez“-Archäicum	„Ser“-archaische u. „post“-kalevische Granite Ober-Kalevian	Algoman und „post“-Huron-Granite Ober-Huron
„Mez“-Archäicum	Unter-Kalevian	Unter-Huron
„Epi“-Laurentisches Intervall	„post“-bottnische Granite Bottnian	Granit-intrusionen Sudburyan
Unter-Präkambrium od. „Prot“-Archäicum	„post“-ladogische Granite Ladogian	Laurentische Granite Grenvilleserie Keewatinserie Couthichingserie

norwegen. In diesem Falle dürften die Begleitgranite von „post“-kalevischem bzw. von „post“-bottnischem Alter sein. Vom Verhältnis für den Xenotim (welcher etwa 2 % Thorium enthält) abgesehen, stimmen die Einzelverhältnisse untereinander gut überein und das berechnete Alter ist durch das von *Richards* und *Wadsworth* gefundene Atomgewicht für Blei aus Cleveit (206,08) als sichergestellt anzusehen.

VI. Obgleich die Minerale der bekannten Ytterby-Pegmatite („Ser“-archaische Granite) vielfach analysiert worden sind, wurden bisher keine Angaben über den Bleigehalt veröffentlicht. Die zwei in der Tabelle von *Holmes* ausgeführten Bestimmungen deuten darauf hin, daß das Alter dieser Mineralien von der gleichen Größenordnung ist, als das der zuletzt erwähnten zwei Gruppen. Bezüglich ihres Alters unterscheiden sich die „ser“-archaischen und die „post“-kalevischen Granite voneinander nicht, und insofern als eine Korrelation bisher unternommen wurde, wurden sie stets zusammengruppiert.

VII. Eine wertvolle Analyse eines kanadischen mittel-präkambriischen Minerals ist die des Uraninites von Villeneuve, Ontario. Nach *M. E. Wilson*, (des „Canadian Geological Survey“) kommt der uranhaltige Pegmatit mit einem Granit gemeinsam vor, a) welcher in die Grenvilleserie, sowie in die die Grenvilleserie durchdringenden Pyroxengranite eingesprengt ist, und b) welcher selbst von Diabasgängen „Keweenawan“-ischen Alters durchdrungen ist. Aus diesen Daten geht hervor, daß der Pegmatit einer innerhalb des Mittelpräkambriums der obigen Anordnung enthaltenen Epoche des granitischen Eindringens angehört. Dieser Schluß steht auch mit dem aus der einzigen vor-

handenen Analyse berechneten Alter im guten Einklange.

VIII.—X. Die übrigen Daten zeigen Resultate nach der Bleimethode erstens zur Altersbestimmung im Falle, wo es an anderen Beweismaterialien mangelt, und zweitens, für den Fall, wo eine Reihenfolge der eingedrungenen Eruptivgesteine erkenntlich ist. Im letzteren Falle variieren die Blei-Uran-Verhältnisse entsprechend dieser Reihenfolge der Einzelformationen.

In Deutsch-Ost-Afrika und in Mozambique sind wenigstens drei wichtige Perioden des Graniteindringens zu erkennen. Wie gewöhnlich sind die ältesten Gesteine Schiefer und kristallinische Kalksteine, begleitet von geschichteten Gneisen und gneisähnlichen Graniten. In diese sind Granite mit einer granulitischen Struktur hineingedrungen, und noch später wurde der Komplex von Stöcken massiver Granite und Pegmatite durchdrungen. Zirkon von den gneisähnlichen Graniten von Mozambique liefert ein Alter der Größenordnung 1500 Millionen Jahre, welches auf eine Korrelation mit dem unteren Präkambrium anderer Gegenden hindeutet. Zirkon und Biotit von den granulitischen Graniten von Mozambique liefern ein mittleres Alter von 1000 Millionen Jahre, welches einen Zusammenhang mit dem späten Mittelpräkambrium vermuten läßt. In den massiven Graniten und Pegmatiten von Morogoro in Mittel-Deutsch-Ost-Afrika ist glücklicherweise ein Uraninit enthalten, welcher nicht nur analysiert, sondern auch zu Atomgewichtsbestimmungen angewendet wurde. Für das Atomgewicht des in diesem Minerale enthaltenen Bleis fanden *Hönigsmid* und *St. Horowitz* den Wert 206,05. Somit ist der radioaktive Ursprung dieses Bleis festgestellt, und das aus dem Blei-Uran-Verhältnis berechnete Alter 700 Millionen Jahre ebenfalls vollkommen gesichert.

Zum Schluß sei erwähnt, daß sowohl die radiologischen wie auch die älteren rein geologischen Methoden zur Zeitmessung in der Geologie die *Lehre des Uniformitarismus* zur Voraussetzung haben. Im letzteren Falle nimmt man an, daß die Ablagerung der Sedimente und die Denudation der Gesteine gegenwärtig nicht schneller, aber auch nicht langsamer vor sich gehen, wie zu früheren Zeitepochen. Die entsprechende Annahme im Falle der radiologischen Methoden ist, daß die Zerfallsgeschwindigkeit des Urans durch geologische Zeiten unverändert konstant bleibt. Zweifellos ist der Grund der Unstimmigkeit zwischen den älteren und den neueren Methoden in einer dieser Voraussetzungen zu suchen.

Joly meint, daß, falls die Zerfallsgeschwindigkeit des Urans mit der Zeit abnehmen würde, die auf radioaktivem Wege ermittelten Zeitmessungen zu hoch wären, und er sieht darin eine Möglichkeit, die radiologischen Bestimmungen mit den kleinen auf geologischem Wege ermittelten Zeitmessungen in Einklang zu bringen. An einer

Prüfung der Unveränderlichkeit der Zerfallskonstante des Urans im Laufe geologischer Zeiten ist wohl nicht zu denken; da aber die Zerfallskonstanten der kürzerlebigen Radioelemente von der Zeit ganz unabhängig sind, scheint kein Grund vorhanden zu sein, warum für das Uran eine solche Abhängigkeit bestehen sollte. Freilich entsteht das Uran, soviel wir wissen, nicht auf radioaktivem Wege, so wie die übrigen Radioelemente der Uranreihe; daß diese Tatsache aber eine Abhängigkeit der Zerfallskonstante von der Zeit zur Folge haben sollte, scheint äußerst unwahrscheinlich zu sein. Auch angesichts der bekannten Beziehungen zwischen Zerfallskonstanten und Reichweiten der α -Strahler sollte sich eine eventuelle Änderung der Zerfallsgeschwindigkeit des Urans in den „pleochroitischen Höfen“ wahrnehmbar gemacht haben; bisher wurde keine Andeutung dafür in solchen Höfen aufgefunden. Aber ganz abgesehen davon, führt die Annahme einer in früheren Zeitepochen größeren Zerfallsgeschwindigkeit des Urans zu ersten Schwierigkeiten bezüglich des Wärmehaushalts der Erde. Und warum sollte gerade eine Abnahme der Zerfallskonstante mit der Zeit erfolgen? — Eine Zunahme scheint ebenso wahrscheinlich oder unwahrscheinlich!

Viel eher dürfte die Annahme des Uniformitarismus für die geologischen Methoden nicht zutreffen. *Holmes* erörtert diese Frage eingehend in seinem Buche, und nach sorgfältiger Erwägung der maßgebenden Faktoren meint er, daß gegenwärtig die Wirksamkeit der irdischen Agenzien eine abnormale zu sein scheint, und zwar dermaßen, daß im Vergleiche mit der Vergangenheit die Gegenwart durch größere Ablagerungsgeschwindigkeit der Sedimente sowie durch größere Denudationsgeschwindigkeit der Gesteine charakterisiert wird. Berücksichtigung dieses Effektes würde eine Erhöhung der nach den geologischen Methoden gefundenen Zeitwerte bewirken und so die krasse Unstimmigkeit zwischen den alten und den neuen Methoden wenigstens zum Teile ausgleichen. Jedenfalls kann man mit einer gewissen Sicherheit sagen, daß die radiologischen Methoden zur Zeitmessung in der Geologie auf festen Grundlagen ruhen. Die Anwendung der „Blei“-Methode für thoriumarme Uranminerale ist am wenigsten mit Unsicherheit behaftet, und es besteht immer die Möglichkeit, mittels der „Höfe“- bzw. der „Helium“-Methode eine Kontrolle durchzuführen. Vieles hat sie schon geleistet und man darf wohl die Hoffnung hegen, daß es nicht mehr lange dauern wird, bis mit ihrer Hilfe numerische Werte für sämtliche geologischen Epochen gegeben und viele komplizierte Fragen bezüglich der Korrelation der Eruptivgesteine, namentlich des Archäicums, in verschiedenen Erdteilen gelöst werden.

VI. Literatur.

Barrell, J., zum II. Abschnitte: *Journal of Geology* (1914 und 1915).

Baxter, G. P., Thorvaldson, Th., und Grover, F. L.,

A Revision of the Atomic Weight of Lead. Journ. Am. Chem. Soc. 37, 1020 u. 1027 (1915).

Becker, G. F., Relations of Radioactivity to Cosmogony and Geology. Bull. Geol. Soc. Am. 19, 113 (1908); The Age of the Earth. Smith. Inst. Misc. Coll. 56, No. 6 (1910); Science 41, 157 (1915); Bull. Geol. Soc. Am. 26, 171 (1915).

Boltwood, B. B., On the Ultimate Disintegration Products of the Radio-active Elements. Phil. Mag. (6) 9, 613 (1905); Am. Journ. Sc. (4) 20, 253 (1905); Am. Journ. Sc. (4) 23, 77 (1907).

Chamberlin, T. C., The Bearing of Radioactivity on Geology. Journ. Geol. 19, 674 (1911).

Curie, Maurice, Atomgewicht von Blei radioaktiven Ursprunges. C. R. 158, 1676 (1914).

Fajans, K., siehe Periodisches System der Radioelemente.

Gray, J. A., Liberation of Helium from Radioactive Minerals by Grinding. Proc. Roy. Soc. (A) 82, 301 (1909).

Hamberg, A., Die radioaktiven Substanzen und die geologische Forschung. Geol. Fören. Stockholm, Förhand. 36, 31 (1914).

Harker, A., Some Remarks on Geology in Relation to the Exact Sciences, with an Excursus on Geological Time. Proc. Yorks. Geol. Soc. 19 (1), 1 (1914).

Holmes, Arthur, The Association of Lead with Uranium in Rock Minerals, and its Application to the Measurement of Geological Time. Proc. Roy. Soc. (A), 85, 248 (1911); The Age of the Earth. Harper's Library, London u. New York (1913); The Terrestrial Distribution of Radium. Science Progress No. 33, 12 (1914); Radioactivity and the Earth's Thermal History. (Part I) Geol. Mag. (6) 2, 60 (1915) und (Part II) ebenda, 102 (1915); Radioactivity and the Measurement of Geological Time. Proc. Geol. Assoc. 26, Part 5, 289 (1915); Contribution to the Discussion on Radioactive Evidence of the Age of the Earth. Brit. Ass., Sect. C, Manchester (1915).

Holmes, A., und Lawson, R. W., Lead and the End Product of Thorium. (Part I) Phil. Mag. (6) 28, 823 (1914); (Part II) Phil. Mag. (6) 29, 673 (1915); Mitt. a. d. Ra. Inst. 70, Wien. Ber. 123, 1373 (1914); Nature 93, 110 u. 479 (1914).

Hönigschmid, O., und Horowitz, Stefanie, Über das Atomgewicht des Uranbleis. Wien. Anz., 12. Juni. 1914; Zeit. f. Elek. Chem. 20, 319 (1914); C. R. 158, 1797 (1914); Wien. Ber. 123, 1033 (1914); Wien. Ber. 123, 2407 (1914) Mitt. Ra. Inst. 73.

Hönigschmid, O., Über das Thoriumblei. Chem. Zeitg., Januar 1917; Zeit. f. Elek. Chem. (1917); Hauptversammlung der Bunsen-Gesellschaft, Berlin, Dezember 1916.

Joly, J., Radioactivity and Geology. London (1909); The Radioactivity of Terrestrial Surface Materials. Phil. Mag. (6) 24, 694 (1912); The Age of the Earth. Phil. Mag. (6) 22, 357 (1911); The Birth Time of the World. Science Progress, No. 33, 37 (1914); Pleochroic Haloes. Phil. Mag. (6) 13, 381 (1907); (6) 19, 327 (1910); Proc. Roy. Dubl. Soc. 13, 73 u. 441 (1910); Bedrock, No. 4, 453 (1913).

Joly, J., und Fletcher, A. L., Pleochroic Haloes. Phil. Mag. (6) 19, 630 (1910).

Joly, J., und Rutherford, E., The Age of Pleochroic Haloes. Phil. Mag. (6) 25, 644 (1913).

Kelvin, On the Secular Cooling of the Earth. Thomson und Tait, Natural Philosophy, Appendix D.

Koenigsberger, J., Berechnungen des Erdalters auf physikalischer Grundlage. Geol. Rundschau 1, 241 (1910).

Lawson, R. W., The Time-Average Value of Uranium and its Connection with Geological Time Measurements. Proc. Durham Phil. Soc. 5 (1), 26 (1913).

Meyer, St., und Schweidler, E. v., Radioaktivität. Teubner, Leipzig (1916); Literatur zu Radioaktivität und Erdwärme. S. 446; Altersbestimmungen, S. 449.

Moss, Leakage of Helium from Minerals. Proc. Roy. Dubl. Soc. 8, 153 (1904).

Mügge, O., Radioaktivität und pleochroitische Höfe. Centralbl. f. Min. 71, 65, 113 u. 142 (1909).

Periodisches System der Radioelemente. F. Soddy, Chem. News 107, 97 (1913); Jahrb. f. Rad. u. Elek. 10, 188 (1913); Chemie der Radioelemente, Leipzig, 1912 u. 1914; K. Fajans, Phys. Zeitschr. 14, 131 u. 136 (1913); 16, 456 (1915); Heid. Akad. Sitzber., A, 11. Abh. (1914); Die Naturwissenschaften 2, 429 u. 463 (1914).

Poole, J. H. J., The Average Thorium Content of the Earth's Crust. Phil. Mag. (6) 29, 483 (1915).

Richards, T. W., und Lambert, M., Atomgewicht von Blei radioaktiven Ursprunges. Journ. Am. Chem. Soc. 36 (7), 1329 (1914); Zeitschr. f. Anorg. Chem. 88, 429 (1914); C. R. 159, 248 (1914). Siehe auch K. Fajans, Heid. Ber., A, 11. Abh. (1914).

Richards, T. W., und Wadsworth, C., Density of Australian Radio-lead. Journ. Am. Chem. Soc. 38, 221 (1916); Density of Radio-lead from Pure Norwegian Cleveite. Proc. Am. Nat. Akad. Sc. 2, 505 (1916).

Rutherford, E., Radioaktive Substanzen und ihre Strahlungen. Leipzig 1913; Alter des Fergusonits. Phil. Mag. (6) 12, 368 (1906); Action of the α -Rays on Glass. Phil. Mag. (6) 19, 192 (1910).

Shelton, H. S., The Radioactive Methods of Determining Geological Time. (Zusammenfassung und Diskussion.) Abs. Proc. Geol. Soc. No. 971, 63, 3. März 1915.

Soddy, F., The Atomic Weight of „Thorium Lead“ (mit H. Hyman). Trans. Chem. Soc. 105, 1402 (1914); Nature 94, 615 (1915); Royal Institution, 15. Mai 1915; Sect. A, Brit. Ass., Manchester 1915; Nature 98, 469 (1917). Siehe auch unter „P“.

Strutt, R. J., On the Distribution of Radium in the Earth's Crust. Proc. Roy. Soc., (A), 77, 472 (1906); 78, 150 (1907); Helium and Radioactivity in Rare and Common Minerals. Proc. Roy. Soc., (A), 76, 95 (1905); 79, 436 (1907); 80, 56 u. 572 (1908); The Accumulation of Helium in Geological Time. I. Proc. Roy. Soc., (A), 81, 272 (1908); II. 83, 96 (1910); III. 83, 298 (1910); IV. 84, 194, (1910); The Leakage of Helium from Radioactive Minerals. Proc. Roy. Soc. (A), 82, 166 (1909); Measurements of the Rate at which Helium is Produced in Thorianite and Pitchblende. Proc. Roy. Soc., (A), 84, 379 (1910).

Besprechungen.

Naef, Adolf, Die individuelle Entwicklung organischer Formen als Urkunde ihrer Stammesgeschichte (Kritische Betrachtungen über das sog. „biogenetische Grundgesetz“). Jena, G. Fischer, 1917. 8°. 77 S. und 4 Figuren im Text. Preis M. 2,40.

Unter der Führung Haeckels mißt die Morphologie den höchsten Erklärungswert für den gegenwärtigen Zustand der organischen Formen der Darstellung der Geschichte dieses Zustandes, der Stammesgeschichte; bei. Daß in der individuellen Entwicklung der Organismen die Stadien einander so folgen sollen, wie sie im Laufe langer Zeiten sich in der Stammesentwicklung aneinander reihten, formuliert Haeckel als biogenetisches Grundgesetz. Wer heute Morphologie treibt, sieht sich gezwungen, es im Anschluß an Haeckels Betrachtungsweise zu tun. Wenn er kritisch ans Werk geht, bleibt ihm nicht verborgen, daß bei aller imponierenden Bestimmtheit der Formulierungen ihre methodischen Voraussetzungen unsicher sind. Nicht so sehr die immer wieder von außen mehr oder weniger sachlich auf Haeckels Ideen-

komplex gerichteten Angriffe geben zu denken, als vielmehr das Fehlen innerer Begründungen, das dem Eindringenden auffällt.

Naef arbeitet seit 10 Jahren an einer Monographie der Cephalopoden. Dabei sieht er sich mehr und mehr zu einer Prüfung der traditionellen Denkweisen in der Morphologie gedrängt und bietet hier die ersten Ergebnisse seiner kritischen Prüfung.

Naef findet im biogenetischen Grundgesetz die deszendenztheoretische Fassung alter Vorstellungen der idealistischen Morphologie. Dort wurde zwischen der individuellen Entwicklung der höheren Formen und der gesamten Tierreihe eine Parallele gezogen, um ein Einteilungsprinzip für das sogenannte natürliche, d. h. in den Formen selbst liegende, ihnen nicht aufgezogene System zu gewinnen. Weiter schöpft *Naef* nicht aus historischen Studien, sondern er folgt solchen Gedankengängen auf Grund seiner eigenen morphologischen Erfahrung. Man mag daher von dem Versuch einer kritischen Nachbildung des Weges sprechen, den die Wissenschaft anscheinend genommen hat. Zuerst werden die möglichen Zusammenhänge der organischen Formgebilde schlechthin dargestellt und dann ihre real-historische Deutung versucht.

In aller Kürze sei folgendes herausgehoben:

Systematische Morphologie ist die rationelle Synthese aus vergleichender Anatomie, Paläomorphologie, Embryologie und natürlicher Systematik. Sie hat zum Gegenstand die von Lebewesen angenommenen oder erdachten Formzustände und zur Aufgabe ihre logische Ordnung in einem System von Ober-, Neben- und Unterbegriffen.

Die Ordnung der organischen Formen erfolgt nach dem Grade ihrer typischen Ähnlichkeit. Typische Ähnlichkeit besteht zwischen Naturdingen, wenn sie sich in unserer Vorstellung durch stufenweise Abänderung aus einer gemeinsamen Urform („Typus“) entstanden denken („ableiten“) lassen.

Die Gesamtheit der an dieselbe Urform anschließenden Arten heißt eine systematische Kategorie. Die gedachte Abänderung der Urform innerhalb einer systematischen Kategorie kann auf mehreren divergenten Reihen stattfinden. Solche Reihen können sich auch wieder verzweigen und erlauben daher, den Formeninhalt der Kategorie in eine stammbaummäßige Ordnung zu bringen.

Die organischen Formen sind nun nicht stabil, sondern immer nur Stadien von Entwicklungen. *Naef* unterscheidet die zyklisch-rhythmische von der terminalen Entwicklung. Die erste führt von Zygote zu Zygote und repräsentiert sich bei den Metazoen als Keimbahnzyklus. Von ihr zweigt periodisch die zweite ab und wird zur terminalen, indem blind-endigende, mit Tod oder Rückbildung abschließende Entwicklungsrichtungen eingeschlagen werden.

Die Ontogenesen, die sich bei den Vielzelligen aus einer großen Zahl einzelner terminaler Entwicklungsvorgänge zusammensetzen, schließen sich immer wieder an die zyklisch-rhythmische Keimbahnentwicklung an und wiederholen sich so in endloser Folge. Sie stellen das eigentliche Vergleichsmaterial für die systematische Betrachtung dar.

Der Vergleich typisch ähnlicher Ontogenesen (die sich also auf die Entwicklung einer gemeinsamen Urform beziehen lassen) ergibt, daß die terminalen Morphogenesen während ihres Verlaufs in progressiver Weise auseinander weichen und sich dabei vom Typus entfernen. Die Stadien sind um so konservativer, je

früher, und um so fortschrittlicher, je später sie in der ontogenetischen Reihe stehen.

Wenn die Endstadien sich immer mehr verschieben, die vorausgehenden aber einen rückwärts zunehmend konservativen Charakter besitzen, muß die Abänderung sich notwendig in einem Umweg der Entwicklung bei den abgeänderten Morphogenesen äußern. Die Stadienreihe einer abgeänderten Morphogenese erinnert an eine wirkliche Ahnenreihe, innerhalb deren die aufeinanderfolgenden Anlagezustände einst eine direkte Entfaltung gewannen, während sie nun weitere Umbildungen zu erfahren haben.

Die zunächst rein gedankliche Ableitung der Formen von einer Urform zum Zwecke ihrer systematischen Ordnung ergibt ein Prinzip, das als Abstammung von einer Stammform, als Phylogenesis, gedeutet werden kann. Phylogenesis ist dann die Geschichte des Komplexes determinierender Faktoren, die zu Beginn der einzelnen Ontogenese in der entwicklungsreifen Eizelle vereinigt sind.

Die Reihe der Anlagezustände einer terminalen Morphogenese wiederholt übereinstimmende Anlagezustände aus der Ahnenreihe.

Naef strebt danach, aus den Unbestimmtheiten herauszukommen, in denen die historische Betrachtung organischer Formen sich heute befindet. Daher sucht er in der überblickbaren Gegenwart nach Gesetzmäßigkeiten, die auf die Geschehnisse der Vergangenheit weisen. Zugleich will er den Vieldeutigkeiten der Formulierungen, die bisher für solche Zusammenhänge gemacht wurden, entgegen. Sein Versuch ist sehr beachtenswert. Er ist ein Anzeichen der da und dort gemachten Ansätze zu kritischer Biologie. Wohl bedeutet er noch nicht das letzte Wort zur methodologischen Fundierung einer historisch aufgefaßten Morphologie. Das ist weder zu erwarten noch zu verlangen, wo eben zu innerer Erneuerung die ersten Schritte getan werden. Aus der Weiterarbeit des Autors dürfen wir wertvolle Beiträge zur Methodenlehre der Biologie erwarten. *J. Schazel, Jena.*

Stempell, W., und A. Koch, Elemente der Tierphysiologie. Ein Hilfsbuch für Vorlesungen und praktische Übungen an Universitäten und höheren Schulen sowie zum Selbststudium für Zoologen und Mediziner. Jena, G. Fischer, 1916. XXIV, 577 S. und 360 Abbildungen. Gr. 8°. Preis brosch. M. 16, geb. M. 17,50.

Die Zoologie hat in ihrer Entwicklung als Naturwissenschaft mit der Botanik nicht gleichen Schritt gehalten. Wird ihre vorwiegend morphologische Arbeitsweise durch die große Mannigfaltigkeit der tierischen Formen auch einigermaßen gerechtfertigt, so kann ihr der Vorwurf einer gewissen Rückständigkeit, von etlichen rühmenswürdigen Ausnahmen abgesehen, doch nicht erspart bleiben. In Deutschland wird die Zoophysiology nirgends offiziell vertreten. Sie fristet ihr Dasein als Hilfswissenschaft der menschlichen Physiologie und als Liebhaberei einzelner Zoologen. Der zoologische Unterricht beschränkt sich fast ausschließlich auf Morphologie, die als Anatomie und Entwicklungsgeschichte ohne Berücksichtigung der Entwicklungsursachen verstanden wird und deren allgemeinstes Ergebnis in einem genealogischen System besteht.

Im Sinne der um das wirkliche Leben bemühten Biologie, die anderes als eine unsachlich motivierte Naturphilosophie sein will, ist daher jede Förderung zoophysiologicaler Bestrebungen zu begrüßen. Zugleich muß die kritische Beurteilung solcher Versuche

die ihnen entgegenstehenden Schwierigkeiten verschiedener Art in Rechnung ziehen.

Stempell und *Koch* wollen in den vorliegenden Elementen eine Einführung in die gesamte Tierphysiologie sowie eine Anleitung für tierphysiologische Kurse geben. Die Theorie soll im Zusammenhang mit der Praxis der Forschung und Lehre geboten werden.

Nach einleitenden Bemerkungen über die Einrichtung des Laboratoriums, die Beschaffung des lebenden Materials, die Organisation des Unterrichts usw. wird die Physiologie der Protozoen in 3 Kapiteln für sich behandelt. Zwei weitere Kapitel enthalten die stoffliche Zusammensetzung der Proto- und Metazoen, indem vom chemischen Standpunkt aus die Kohlehydrate, Fette und Eiweißkörper besprochen werden. Dem Stoffwechsel der Metazoen sind 5 Kapitel gewidmet. Der Rest des Buches (5 Kapitel) befaßt sich mit der Energieproduktion und Reizphysiologie. Zum Schluß wird ganz kurz die Physiologie der Zeugung, Entwicklung und Vererbung berührt.

In den theoretischen Teilen des Buches wird der Leser über die Probleme und Theoreme der Zoophysiology unterrichtet. Zugleich werden ihm die morphologischen und anderweitigen Angaben gemacht, deren er zum Verständnis des eigentlich Physiologischen bedarf. Demselben Zwecke dient ein anhangsweise beigegebenes Verzeichnis der vorkommenden zoologischen Namen mit systematischen Hinweisen und ein physikalisches und chemisches Schlagwörterverzeichnis.

Für die Kurse werden 310 Versuche eingehend beschrieben und die zur Vorführung vor einem größeren Kreis geeigneten besonders hervorgehoben.

Bei einem so großen und zugleich vielfach neuen Gebiete wie dem hier behandelten versteht es sich von selbst, daß manche Mitteilung gemacht wird, die noch nicht allgemein anerkannt, einstweilen von den Autoren verantwortet wird. Solche Neuheiten machen das Buch auch für den Fachmann lesenswert. Natürlich wird jeder da und dort zu kritischen Bemerkungen Anlaß finden. Die zahlreichen Einzelheiten lassen verschiedene Meinungen über die Geeignetheit ihrer Auswahl, die Art der Darstellung und Deutung zu. Die Anlage des Ganzen wird sich erst erproben müssen. Hoffentlich findet sich dazu durch Einführung der Zoophysiology in den biologischen Unterricht mehr und mehr Gelegenheit. Auf jeden Fall verdienen *Stempell* und *Koch* für den Mut zu ihrer Unternehmung, ihren Fleiß bei der Zusammenstellung und ihr Geschick bei der Durchführung hohes Lob.

Nur ein Einwand soll namhaft gemacht werden, der mit der vorliegenden auch andere Publikationen *Stempells* trifft. Zur Illustration möge die Photographie nur da herangezogen werden, wo sie dienlicher als eine klare Zeichnung ist. Es hat keinen Wert, einer imaginären Objektivität zuliebe undeutliche „Originalphotogramme“ zu reproduzieren.

J. Schaxel, Jena.

Korschelt, E., Lebensdauer, Altern und Tod. Jena, Gustav Fischer, 1917. VII, 170 S. und 44 Abbild. im Text. Preis M. 5,—.

Seit Jahren hat *Korschelt* sich eingehend mit den Fragen der Lebensdauer der Tiere beschäftigt, und es ist freudig zu begrüßen, daß er seine reichen Kenntnisse über diesen Gegenstand in Buchform herausgegeben hat. Die beiden ersten Kapitel, die das Tatsächliche über die Lebensdauer der Tiere und Pflanzen bringen, sind eine willkommene Ergänzung der älteren Darstellungen, besonders zu *Weismanns* Werk

über die Dauer des Lebens (von 1882). Das Problem der Lebensdauer der Einzelligen, das ja in den letzten Jahren wieder Gegenstand lebhafter Erörterungen gewesen ist, erfährt eine umfassende Darstellung. Sehr wichtig für die Auffassung der Erscheinungen der Lebensdauer sind die Vorgänge im normalen Lebenslauf, die zur Rückbildung und zum Untergang von Zellen, zum Stillstand der Zellteilung, zu Altersveränderungen an den Zellen und Organen führen. Sie werden in den Kapiteln 6 bis 9 geschildert. Vermißt wird dabei die Erwähnung der Thymus, die ja gerade der Typus eines Organs ist, das in jugendlichem Zustande stark entwickelt ist und dann zeitig nicht nur verkleinert wird, sondern tatsächlich stirbt, als erstes Organ im Säugetierkörper. Wenn auch die Säugetiere den Tod dieses Organs lange überleben, so ist doch zu erwägen, ob er nicht das erste gröbere Zeichen der Schädigungen ist, die die Zellen im Zellverbande erleiden und die endlich zum Tode des ganzen Organismus führen. Das Gegenstück zu dem Altern der Zellen im Gewebe stellen die Erscheinungen der Verjüngung dar, wie sie nach *Korschelts* anschaulicher Schilderung nicht nur bei der Regeneration vorkommen. In drei weiteren Kapiteln werden die Beziehungen der Lebensdauer zu den Ruhezuständen zur Fortpflanzung und einer Reihe anderer Eigenschaften der Organismen an gut ausgewähltem Material erläutert. Ein Kapitel über die allgemeinen Fragen der Lebensdauer und der Todesursachen bildet den Schluß.

Was die zoologische Forschung an Tatsächlichem zu den behandelten Gegenständen zu sagen hat, stellt der Verfasser mit der ihm eigenen Sachkenntnis und Klarheit dar, dagegen findet die theoretische Seite des ganzen Problems in seinen Ausführungen keine Förderung, ja man hat stets den Eindruck, daß er mit Absicht den Erörterungen der theoretischen Grundlagen aus dem Wege geht. Es mag das an der ganzen Richtung der Zoologie liegen, die — auch heute noch — vorwiegend Morphologie ist, so daß sich der Zoologe physiologischen Fragen gegenüber nicht recht kompetent fühlt und eine Stellungnahme lieber meidet, auch da, wo wenigstens eine unzweideutige Kritik einer theoretischen Auffassung am Platze wäre.

A. Pütter, Bonn.

Sonntag, Erich, Die Wassermannsche Reaktion in ihrer serologischen Technik und klinischen Bedeutung (auf Grund von Untersuchungen und Erfahrungen in der Chirurgie). Mit einem Geleitwort von E. Payr. Berlin, Julius Springer, 1917. VIII, 190 S. Preis M. 6,80.

Es war für mich eine besondere Freude, das Sonntag'sche Buch zu lesen. Sind es doch jetzt 8 Jahre her, seitdem ich die erste Monographie über dieses Thema schrieb. Manches hat sich seitdem geändert, vieles ist klarer, vieles verbessert worden. *Sonntag* hat seine Aufgabe, über diese schwierige und fast in alle Zweige der Medizin greifende Frage zu berichten, ausgezeichnet gelöst. Auf jeder Seite merkt man die weitgehende eigene Erfahrung, die dem Verf. zu Gebote steht. Daß diese Erfahrung sich besonders auf chirurgischem Gebiete äußert und dieses Kapitel mit besonderer Liebe behandelt wird, macht das Buch nur noch wertvoller. Die Darstellung ist klar und präzise, das Literaturverzeichnis reicht bis in die neueste Zeit, und auch die „Kriegsfragen“ haben Berücksichtigung gefunden. Jedenfalls gewinnt nicht nur der Praktiker ein erschöpfendes und anschauliches Bild über die Bedeutung

und vielseitige Verwendungsmöglichkeit der Sero-diagnose der Syphilis, sondern auch dem Serologen wird manches Interessante geboten. — Ich kann mir hier eine Bemerkung nicht versagen. — Gerade bei der Lektüre des Sonntagschen Werkes habe ich wieder gesehen, wie wenig wir auch heute noch über das eigentliche Wesen der von Wassermann und mir angegebenen Methode wissen und wie die Technik — eben infolge der vielen Verbesserungen und der Erkenntnis der Fehlerquellen — immer komplizierter wird. Wenn es gelänge, das Phänomen der Komplementbindung bei Syphilis chemisch zu klären und die biologischen Reagentien durch chemische zu ersetzen, so wäre dadurch ein großer Fortschritt erzielt. Wenn auch meine bisherigen serochemischen Untersuchungen noch zu keinem praktischen Resultate geführt haben, so bin ich doch fest überzeugt, daß dieses Problem lösbar ist und der von mir beschrittene Weg Erfolg verspricht. — Gerade das vorzügliche Sonntagsche Buch hat wieder gezeigt, welche enorme Wichtigkeit die Serodiagnose der Syphilis bereits erlangt hat, wieviel Fragen sie schon gelöst hat, als auch wieviel Fragen durch technischen Fortschritt noch zu lösen wären.

Carl Bruck, Altona.

Schäffer, J., Albert Neißer. Lebenswerk. Persönlichkeit. Erinnerungen aus seinem Leben. Mit dem Bilde Neißers. Berlin und Wien. Urban u. Schwarzenberg, 1917. 39 S. und 1 Bildnis. Preis M. 2,—.

In lebendiger Darstellung schildert Schäffer den Lebensgang des berühmten Breslauer Syphilisforschers Neißer, der im vergangenen Jahre der Wissenschaft durch den Tod geraubt worden ist. Die „Naturwissenschaften“ brachten (1916, S. 609) einen Nachruf auf den Gelehrten. In dem hier vorliegenden Werke finden wir aus der Feder seines berufensten Freundes den Werdegang und die Art Neißers beschrieben, denn über 20 Jahre lang hat Schäffer ihm als Schüler und Mitarbeiter in seiner Heimatstadt Breslau nahegestanden. Nicht nur Neißer selbst, sondern eine große Reihe von Breslauer Größen der neuen medizinischen Forschung treten in diesem Werke lebendig hervor. Die machtvolle Gestalt Kochs, der mit so einfachen Mitteln die größte Klarheit brachte, Ehrlichs Genie, die Professoren Ferdinand Cohn, Biener, Heidenhain, Weigert tauchen in charakteristischen Zügen auf. Die Anfänge von Neißers Laufbahn: Entdeckung des Gonokokkus und Darstellung des Leprabazillus, sein Aufstieg, Glück und Leid beim Älterwerden verfolgen wir in treffenden Daten und Aussprüchen. Jedem, dem es Freude macht, die sachliche Schilderung des Lebens eines der ernstesten, in jeder Minute von seinem Werke erfüllten, bis zum Augenblick seines Todes strebenden Naturforschers und Arztes, der aber kein trockener Gelehrter war, sondern dem daneben der Sinn für Lebensgenuß in reichstem Maße verliehen war, wem es Freude macht, die Beschreibung eines wahrhaft sonnigen Gelehrtenlebens zu lesen, dem sei dies Buch empfohlen.

F. Pinkus, Berlin.

auf: Da gibt es „Waldesel“, d. i. *bonasi*, Brandhirsche, d. i. *tragelaphi*, dann Gemsen“ usw. Nun heißt *Bonasmus* der Wisent, der damals dort gerade im Aussterben begriffen war, *Tragelaphus* aber ist eine außereuropäische Antilope, und Brandhirsch eine Farbenvarietät des Edelhirsches: hat sich nun der alte Schriftsteller verschrieben, oder äußert er damit nur eine maßlose Unkenntnis? Dann wäre freilich die alte Literatur reich an Albernheiten, denn solche eigentümliche Tiernamendeutungen finden sich tausendfach in jener Zeit. Die Unkenntnis liegt indessen auf unserer Seite, wir haben bisher versagt im Verständnis der mittelalterlichen Tiernamenkunde. Wie eine Anzahl unter diesen Namen aufzufassen sind, das hellt B. Szalay¹⁾ in einer jüngst erschienenen prächtigen Erörterung über den Begriff *Glossentiere* auf.

„Unter diesem Ausdrucke verstehe ich Tiere, zu deren Kenntnis den Alten nicht die Beobachtung der Natur verhalf, ebenso nicht zoologische Werke oder Chroniken, sondern die primitiven Anfänge der Wörterbücher, die sogenannten Glossen, das sind die in der Form einer kurzen Auslegung zu fremden Wörtern in den Text eingeschriebenen Wortübersetzungen. Das ist so freilich unklar, ein Beispiel wird die Sachlage aber klären. — Das Wort „*dama*“ ist seit *Solinus* (5. Jahrh.) der Name des Damhirsches, das überall bekannt war. Wir finden dennoch Glossen, die ganz merkwürdigerweise verkünden, daß: *dama* = *ibex*, *dama* = Hinde, *dama* = Reh u. dgl. sei. Das Eigentümlichste ist dabei jener Umstand, daß der Mönch, der die obigen Glossen abschrieb, in keiner Naturgeschichte lesen konnte, daß der Steinbock lateinisch *dama* heiße, denn sowohl diese wie die Chroniken und das lateinisch sprechende Volk verstanden unter *dama* nur den Damhirsch. — Wenn wir nun nachforschen, was für Werke und Quellen das sind, in welchen wir oft derartige, der Sachlage widersprechende Glossen antreffen, so gelangen wir zu dem überraschenden Ergebnis, daß es sich immer um die heilige Schrift und um die dazu geschriebenen Kommentare handelt oder ausnahmsweise um einige lateinische Klassiker, die den alten Mönchen als Lieblingspoeten galten. Derartige merkwürdige Glossen wurden etwas später in größeren Glossarien gesammelt; von da gelangten sie in die berühmten gedruckten Wörterbücher des 16. Jahrhunderts, so daß ich ihre Spuren sogar in Werken des 19. Jahrhunderts nachweisen konnte.

Unter Glossentieren werden wir mithin solche verstehen, deren ganz irriger, unpassender Name *ursprünglich* nur in Glossen anzutreffen ist.

Es besteht aber ein wesentlicher Unterschied zwischen einfachen, gewöhnlichen irrtümlichen Namensdeutungen und den Glossentieren. Zu ersteren gehört z. B., wenn der erste Bibelglossator das jüdische akko (= Wildziege) mit *tragelaphus* (eine Antilope) übersetzt. Solche Irrtümer kommen auch heute oft vor und haben nichts Außergewöhnliches an sich. Aus dem vorigen *tragelaphus* wurde aber nun durch einen zweiten Bibelglossator ein *Glossentier*, der nämlich diesen *tragelaphus* als den Elch ansprach. Unsere Glossentiere beruhen mithin meistens auf einem zwei-

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Zur Deutung mittelalterlicher Tiernamen. 1. Glossentiere. Ein Geograph des 17. Jahrhunderts zählt die wilden Tiere Siebenbürgens folgendermaßen

¹⁾ Dr. B. Szalay (Hermannstadt in Ungarn): *Der grimme Schelch*. Über „Glossentiere“ und einige Tiernamen, wie Elch, *Tragelaphus*, Bockhirsch, Onager, Waldesel, Brandhirsch, *Equicervus*. Zoologische Annalen, Zeitschrift für Geschichte der Zoologie, Band 7, Heft 2, Würzburg 1916.

fachen Irrtum und stellen mithin durch falsche Glossen verursachte Verwechslungen zweiten Grades dar, die sich in der Literatur jahrhundertlang verfolgen lassen. Diese große Rolle, die sie spielen, diese Selbstständigkeit unterscheidet sie wesentlich von den einfachen Irrtümern.“ Ihre hauptsächlichste Quelle haben also die Glossentiere in dem gänzlichen Nichtverstehen und daher in der falschen Deutung der jüdischen Bibeltiernamen.

„Wie die Mönche (Glossatoren) bei den biblischen Tiernamen, ebenso irrten sich oft auch die „Fachzoologen“ jener Zeit in der Deutung und Auffassung der Tiere bei den griechischen und lateinischen Autoren. — *Caesar* beschrieb einen hirschartigen Ochsen, den *bos cervifigura*, der uns heute als der Renhirsch gilt. Das Ren wird bei den Alten aber fortwährend mit dem Elch zusammengeworfen. Vom letzteren erzählt man sich, daß er keine Kniegelenke besitze (*Plinius*). Da *Plinius* beide Arten der Wildrinder, den Urus und den Bison erwähnt — hingegen *Caesar* nur den ersten —, so kamen einige auf den Gedanken, daß *Caesar* gewiß den Bison unter seinem *Bos cervifigura* meine. So kam *Perotti* 1496 zu seiner uns ganz komisch klingenden Behauptung: „Bison, e boum silvestrium genere, cervifigura, — ohne Kniegelenk“ usw.; es folgt dann die weitere Beschreibung des Elches unter dem Namen Bison! Daraus verstehen wir aber auch *Ziegler*, der sich über die schwedischen Elche folgendermaßen äußert, 1536: „Die Bisons heißt man dort Elche, d. i. wilde Esel.“ Diese Worte übernahm *Gesner*, und durch seine sehr gelesene Kosmographie gelangte der Irrtum dann zu einer großen Verbreitung.“

„Eine dritte Quelle der riesigen Konfusion bei den mittelalterlichen Tiernamen ist in jenem Umstande zu suchen, daß die verbreitetsten damaligen Zoologien dieselbe Tierart unter vielen, 4, 6 bis 8 verschiedenen Namen ganz getrennt beschreiben, als wären das verschiedene Tiere. *Plinius* beschreibt separat den Bison, dann den Bonasus, — ohne zu wissen, daß es identische Tiere sind. *Bartholomaeus Anglicus* nennt unter den Tieren Böhmens den *tragelaphus*, — ein Name, der aus der Bibel und den Glossarien in die Naturgeschichte gelangte und der für den Elch gebraucht wurde. Später beschreibt aber unser *Bartholomaeus* den böhmischen Elch getrennt, unter dem Namen *losi*, der aber in den Codices die falschen Formen *loni*, auch *loth*, dann *bovi* und *bos annahm* (Boß = slavisch Elch). Man stritt sich daher bis *Pusch* (1837) jahrhundertlang, was für ein Tier das *loni* wohl sein könnte?“

Ein solches Glossentier, ein Tier also, das nie auf dieser Welt gelebt hat, ist der Bockhirsch. Der Name ist als Übersetzung des *tragelaphus* in die alte Naturgeschichte geraten, das Wort *tragelaphus* aber kannte nur die Bibel (wie es dorthin kam, weist *Szalay* näher nach).

Andere Glossentiere sind Brandhirsch, *equicervus* — *hippelaphus* und *Onager* — *Waldesel*.

2. *Der grimme Schelch*. „Eine sehr viel zitierte Zeile des Nibelungenliedes, die den berühmten Schelch besingt, gelangte hierdurch zu einem großen Ruf, und hat bereits eine umfangreiche Literatur: „... sluoc er (Siegfried) ... einen elch und einen grimmen selch.“ Bis heute war, außer einigen Glossen, nur noch die Urkunde Kaiser Ottos als Beleg für den Tiernamen Schelch bekannt. Ich füge nun auch einen dritten dazu. Im Gedichte Reinhart Fuchs

(Grimm) (1150 J.) wird eine Tierversammlung geschildert. Es erscheinen: „Der hase und daz wilde swin... der ure und Künin (Affe), der *schele* und *Baldewin* (= Esel) ...“. Die Meinungen, was der Schelch eigentlich war, gehen derart auseinander, daß man die Frage auch heute für nicht ganz gelöst betrachten muß. *Dahms* spricht ihn als einen männlichen Elch an. Lange hielt man ihn aber für den Riesenhirsch.“ Daß man ihn nicht mit dem *Skelo*, dem zahmen Zuchthengst, dem Beschäler, verwechseln darf, weist *Szalay* treffend nach, wie er auch noch 12 weitere Deutungen sorgfältig durchgeht: Skelo = Wildpferd, Schelch = *Cervus* — *bubalus*, scelaho = *Bubalus*, Schelch = Wisent, Schelch = *Caesars bos cervifigura*, Schelch = Bockhirsch, Schelch = mächtiger alter Urstier, Schelch = Rentier, Schelch = Ochsenkalb, Schelch = *ibex*, Schelch = einem Fabeltier oder Glossentier. Von besonderem Interesse ist der glänzende gelungene Nachweis, daß der Schelch des Nibelungenliedes unmöglich der (zu Beginn des Neolith ausgestorbene) Riesenhirsch sein kann, wie merkwürdigerweise noch Schriftsteller unserer Tage angenommen haben. Als Ergebnis bleibt dem Verfasser dies: „Der Schelch kann nur eine von folgenden 3 Tierarten sein: 1. ein fabelhaftes Tier, 2. das Wildroß, 3. der Elch.“ Die meisten Argumente sprechen ihm für die Deutung *Scelo* = *alter, grimmer Elchhirsch*. Damit steht *Szalay* wie *Dahms*, nur daß er dessen Beweisgang zum größten Teil ablehnt und andere Wege geht.

Th. K.

Schlimme Folgen des Alkoholenusses. Im Jahre 1910 veröffentlichte der bekannte amerikanische Embryologe *Ch. R. Stockard* seine Versuche zur Erzielung abnormer junger Fische durch Zusatz von 3—9 % Alkohol zu dem Seewasser, worin sich die Eier entwickelten (s. *Amer. Journ. Anat.* Vol. 10 p. 369—392). In einigen Fällen zeigten fast alle Embryonen Mängel an Nervensystem und Sinnesorganen, besonders an den Augen bis zur völligen Blindheit. Seither hat sich *Stockard* nun in analoger Art um die Ermittlung der Störungen bemüht, die durch fortgesetzte Gaben von Alkohol an **Meerschweinchen** bei ihren Nachkommen auftreten. Er hat vor kurzem in Gemeinschaft mit *G. Papanicolaou* einen Bericht (s. *Amer. Naturalist* Vol. 50 p. 65—88, 144—177) geliefert, dem wir Folgendes von allgemeinerem Interesse entnehmen.

Zu den Versuchen dienten nur kräftige, gesunde Meerschweinchen, die sich in Vorversuchen als zur Erzeugung normaler Nachkommen fähig erwiesen hatten. Um ferner den Einwand zu beseitigen, sie hätten doch wohl von vornherein zu Entartungen geneigt, wählte man sie aus zwei verschiedenen Zuchten aus, die sowohl damals als auch später immer normale Junge lieferten, und fand, daß sich beiderlei Tiere stets gleich verhielten. Den Alkohol im Futter oder im Trinkwasser zu reichen oder ihn gar mit einem Schlauche direkt in den Magen zu befördern, erwies sich bald als unrichtig; daher brachte man die Tiere zu 4 oder 5 in einen geschlossenen Behälter auf ein Drahtnetz, unter dem sich die mit Alkohol befeuchtete Watte befand, und beließ sie darin jedesmal eine Stunde. Dies geschah sechsmal in der Woche so lange, wie der Versuch dauerte, ja, einige Tiere wurden die ganzen fünf Jahre so behandelt. Anfangs wurde natürlich die Schleimhaut der Atemorgane stark gereizt, indessen gewöhnten sich die Meerschweinchen bald daran; auch wurden an den Augen Hornhaut und Linse rasch

trübe, manchmal jedoch später wieder klar, während in einigen Fällen dauernde Blindheit folgte. Dies waren die einzigen Schädigungen; im übrigen fraßen die Tiere ordentlich und wurden sogar fett. Erst wenn man sie sich mit normalen oder alkoholisierten paaren ließ, zeigte es sich an den Nachkommen, daß doch die Keimzellen — Eier und Samen — der Eltern gelitten hatten. Bis zum 1. Juli 1915 wurden unter im ganzen 571 Paarungen 90 von normalen Weibchen mit alkoholisierten Männchen vorgenommen (zum Vergleiche ebensoviele mit normalen Männchen); das Ergebnis war: nur 48 % lebende Junge (gegen 73 %), 11 % togeborene (gegen 2 %), 41 % fehlgeschlagen, d. h. abortiert oder unbefruchtet (gegen 25 %); von den lebenden starben schon bald 43 % (gegen 16 %). Noch ungünstigere Zahlen hätte man bei der Paarung alkoholisierten Weibchen mit normalen Männchen erwarten dürfen, da ja in diesem Falle nicht nur schon die Eier geschädigt waren, sondern auch später die Embryonen dem Alkohol, den die Mütter während der ganzen Schwangerschaft zugeführt erhielten, so weit ausgesetzt waren, wie er in den Mutterkuchen eindrang; indessen war das nicht sehr der Fall, wie denn auch 4 normale Weibchen, die gleich nach der Begattung mit normalen Männchen dem Alkohol ebenso ausgesetzt wurden, 8 ganz normale Junge hervorbrachten. Waren beide Partner alkoholisiert, so schlugen 50 % fehl, nur 41 % der Jungen kamen lebend zur Welt, und von ihnen starb schon rasch die Hälfte. Während ferner bei normalen Paarungen die Sterblichkeit der Nachkommen gleich groß ist, einerlei, ob der Wurf nur aus einem oder aus zwei Jungen besteht, und erst bei dreien für jedes um 24 % größer wird, war die von alkoholisierten schon bei 2 Jungen 14 % größer als bei einem, und bei 3 sogar 43 % größer; mit anderen Worten: je mehr Junge der Wurf von alkoholisierten Eltern enthält, um so jämmerlicher sind die Jungen. — Weitere Begattungen wurden veranlaßt zwischen den Kindern, also der zweiten Generation, unter sich oder mit normalen oder alkoholisierten der 1. Generation, desgleichen zwischen den Enkeln unter sich oder mit den früheren Generationen, aber es würde zu weit führen, alle Ergebnisse hier mitzuteilen. Vielmehr mag es genügen, wenn wir sagen, daß die Schäden immer größer wurden — die jüngste Generation scheint sogar unfruchtbar zu sein — und wie bei den Fischen hauptsächlich an Nervensystem und Sinnesorganen auftraten. Besonders die Augen zeigten alle Schritte der Entartung bis zum völligen Schwunde des einen oder beider. Dabei blieben aber die Tränendrüsen usw. erhalten. Auch die Beine waren oft deformiert. — Im Zusammenhange hiermit sei auf den vorläufigen Bericht hingewiesen, den L. J. Cole und C. L. Davis über verwandte Experimente an Kaninchen veröffentlicht haben (s. *Science*, Vol. 39, 1914, p. 476—477). Es handelt sich dabei um die Begattung normaler, aber albinotischer Weibchen mit ebensolchen und zugleich mit gefärbten Männchen. An der Farbe der Jungen ließ sich dann ersehen, von welchem Vater sie abstammten. Ein sehr kräftiges Männchen nun, auf das von 190 Jungen alle bis auf 24, die von einem Albino stammten, zurückzuführen waren, wurde durch Alkoholisierung unfruchtbar, wenn es neben (einerlei ob vor oder nach) einem albinotischen zur Begattung gelangte, blieb dagegen noch einigermaßen fruchtbar, wenn es allein fungierte. Offenbar waren seine Samen-

fäden geschwächt, und die von ihm herrührende Nachkommenschaft schien auch nicht ganz normal zu sein.
M.

Eine Fabrik zur Erzeugung von Alkohol aus Karbid wird jetzt in der Schweiz, und zwar in Visp (Wallis) vom „Elektrizitätswerk Lonza“ errichtet. Der Schweizerische Bundesrat hat dem Unternehmen eine Konzession für die Dauer von 20 Jahren erteilt und die Schweizerische Alkoholverwaltung hat gleichzeitig die Abnahme von Lieferungen in beträchtlichem Umfange gewährleistet. Die Betriebseröffnung soll in ungefähr 1½ Jahren, also im Herbst 1918 erfolgen. Die Kosten der Fabrik für Alkohol und verwandte Produkte werden auf 7 Millionen Franken berechnet, wozu noch ein Betrag von 1 Million für die Erstellung eines Lagerhauses kommt. Die Fabrik wird auf einer Fläche von ca. 165 000 m² stehen und vorläufig jährlich 7500 Tonnen Alkohol produzieren. Es ist ein Ausbau auf eine Produktion von 10 000 Tonnen vorgesehen, wodurch die Alkoholeinfuhr, die in den letzten 10 Jahren gerade durchschnittlich 10 000 Tonnen betrug, völlig weggallen könnte. Die „Lonza“ war die erste Fabrik in der Schweiz, die die chemische Umwandlungsfähigkeit des Acetylen industriell verwertete. Sie wird neben Alkohol auch Essigsäure synthetisch darstellen. Das Verfahren beruht im wesentlichen auf der in den letzten Jahren nach einer ganzen Anzahl von Patenten ermöglichten glatten Anlagerung von Wasser an Acetylen und Bildung von Acetaldehyd, der einerseits leicht zu Essigsäure oxydiert, aber auch zu Alkohol reduziert werden kann. Das Prinzip der Methode rührt von Kutscherow her (1881), welcher zuerst zeigte, daß Acetylen mit Lösungen von Quecksilbersalzen eine Additionsverbindung liefert, die dann bei der Zerlegung nicht Acetylen, sondern dessen Wasseranlagerungsprodukt Acetaldehyd gibt. Die Versuche von Krüger und Pückert (1895) sowie Erdmann und Köthner (1898) brachten keine wesentlichen Verbesserungen. Dagegen konnte Grünstein (D. R. P. 250 356; 1910) die Ausbeuten an Aldehyden (es entsteht neben Acetaldehyd auch Crotonaldehyd) bis fast zur theoretischen Höhe steigern. Die Verfahren sind neuerdings von Griebheim-Elektron, Bayer & Co., Höchster Farbwerken weiter ausgebaut worden. Recht interessant ist ein Verfahren, welches gestattet, vom Acetaldehyd direkt zum Essigsäure-Äthylester zu gelangen, dem wichtigen „Essigäther“. Nach Tschitschenko (1912) läßt sich nämlich Acetaldehyd vermittelst Aluminiumalkoholat im Sinne einer Cannizzarroschen Reaktion und nachfolgenden Veresterung in „Essigäther“ überführen, eine Reaktion, die sich das Cons. elektroch. Ind. Nürnberg durch das D. R. P. 285 990 schützen ließ.

Das „Elektrizitätswerk Lonza“ wird nach den Berichten der Zeitungen die Wasseraddition an das Acetylen mittels Quecksilberoxyd und heißer Schwefelsäure durchführen. Das bei der Reaktion gebildete Quecksilber soll elektrolytisch wieder oxydiert werden; der für die Reduktion des Aldehyds zu Alkohol benötigte Wasserstoff wird durch Wasserelektrolyse gewonnen. Zur Erzeugung einer Tonne absoluten Alkohols rechnet man praktisch mit einem Verbrauch von 2 t Karbid und 500 m³ Wasserstoff. Für erstere braucht man 8000, für letztere 3000 Kilowattstunden, im ganzen also pro Tonne Alkohol 11 000 Kilowattstunden, außerdem 2500 kg Kohle und 4000 kg Kalkstein. G. T.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 28.

13. Juli 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Innervation der Niere. Von *Prof. Dr. Leon Asher, Bern.* S. 465.

Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle im Kriege. Von *Dr. H. Kutteneuler, Elberfeld.* S. 469.

Besprechungen:

Planck, M., Einführung in die allgemeine Mechanik. Von *M. Born, Berlin.* S. 474.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Mitteilungen aus dem Königl. Materialprüfungsamt, 1916, Jg. 34, H. 4/5. S. 475.

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie, 1916, Jg. 44, H. 11 u. 12. S. 476.

Geographische Zeitschrift, 1917, H. 4. S. 476.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Fortschritte der Teerfarbenfabrikation

und verwandter Industriezweige

An der Hand der systematisch geordneten und mit kritischen Anmerkungen versehenen

Deutschen Reichs-Patente

dargestellt von

Professor Dr. P. Friedlaender

Dozent an der Technischen Hochschule zu Darmstadt

Zwölfter Teil

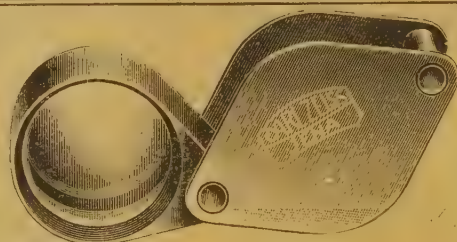
1914—1916

Preis M. 72.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für
Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag-Lupe
bequeme Taschenlupe

für
botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG



WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorfürungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

13. Juli 1917.

Heft 28.

Die Innervation der Niere.

Von Prof. Dr. Leon Asher, Bern,
Direktor des physiologischen Institutes.

Zu den größten Errungenschaften der modernen Biologie gehört die Erkenntnis der chemischen Regulation in den Organismen. Man versteht hierunter die Beeinflussung der Funktionsweise der einzelnen Organe durch chemische Stoffe, die im Organismus selbst gebildet werden und die, weil sie selbst aus anderen mehr oder weniger entfernten Organen stammen, dem Orte ihrer Wirkungsstätte auf dem Blutwege zugeführt werden müssen. Das durch den Aufschwung der Zellehre zurückgedrängte humorale Prinzip fing wieder an, erhöhte Beachtung und Bedeutung zu gewinnen, um so mehr, als eines der wichtigsten Probleme, nämlich dasjenige des Zusammenwirkens der Teile im Organismus und der Aufbau desselben, durch funktionelle Mittel zu einer verwinkelten und doch harmonischen Einheit neue, weitgehende Aufklärung fand. Diese tiefgreifende Änderung in den Anschauungen führte dazu, daß die Bedeutung des Nervensystems, welches als der eigentliche Träger des Prinzips der Regulation und Koordination lange Zeit fast ausschließlich angesehen wurde, weniger hoch eingeschätzt wurde, ja sogar im Gegensatz zu früher unterschätzt wurde.

Zu gleicher Zeit, als durch eine Reihe glänzender Arbeiten die chemische Regulation im Organismus über allen Zweifel erhoben wurde, hatte die experimentelle Arbeit, die sich mit der Erforschung des Einflusses der Nerven auf die einzelnen Organfunktionen beschäftigte, durchaus nicht geruht, im Gegenteil eine große Reihe wertvollster Beobachtungen gemacht und entscheidende Tatsachen ermittelt. Wenn wir an dieser Stelle von dem durch *Magnus* erbrachten Beweis des neurogenen Ursprunges der Automatie der Darmbewegungen absehen, wäre in erster Linie an die geniale Lebensarbeit von *Pawlow* zu denken, durch welche unter anderen die Abhängigkeit der Absonderung der wichtigsten Verdauungsdrüsen vom Nervensystem in einer vorher ungeahnten Weise aufgeklärt wurde. Die *Pawlowschen* Entdeckungen ermunterten dazu, auch andere Drüsen als die Verdauungsdrüsen in ihrer etwaigen Abhängigkeit vom Nervensystem zu studieren. Der Verfasser dieses Aufsatzes hat im Verfolg dieses Gedankens den Nachweis erbringen können, daß auch jene eigentümlichen Gebilde, die man als Drüsen mit innerer Sekretion bezeichnet, und deren überragende Bedeutung im normalen und pathologischen Geschehen jetzt allgemein erkannt wird,

unter der Herrschaft des Nervensystems stehen, und zwar haben er und auch andere Forscher, teilweise vollständig unabhängig von ihm, gezeigt, daß beispielsweise die Nebenniere und die Schilddrüse von sekretorischen Nervenfasern versorgt werden. Das Bemerkenswerte an dieser Erkenntnis ist, daß selbst Organe, die mit der Lieferung der der chemischen Regulation dienenden Hormone betraut sind, ihrerseits der Herrschaft des Nervensystems unterworfen sind. Diese Herrschaft ist keine absolute, ja sogar eine nicht notwendigerweise erforderliche; denn es bestehen genügende Anhaltspunkte für die Anschauung, daß auch ohne Beeinflussung durch das Nervensystem die genannten Drüsen mit innerer Sekretion ihre Funktionen vollziehen können.

Eine Drüse jedoch, und zwar gerade eine echte Drüse mit äußerer Sekretion von der größten Bedeutung für den Organismus, nahm aber bis vor kurzem hinsichtlich ihrer Beziehung zum Nervensystem eine besondere Stellung ein, indem sie sich allen Versuchen gegenüber, dem Nervensystem für ihre eigentliche Absonderungstätigkeit irgendeinen Einfluß zu vindizieren, durchaus spröde erwies, und dieses Organ ist die Niere. Tatsächlich stehen auch unsere Lehr- und Handbücher der Physiologie mit Rücksicht auf alle bisherigen Ergebnisse der Experimentaluntersuchung auf dem Standpunkt, daß die Absonderung des Harnes ohne die Mitwirkung sekretorischer Nerven zustande kommt. Anatomisch ist zwar die Niere von Nerven versorgt, Nerven, die überwiegend dem sympathischen Nervensystem angehören, aber auch von Nerven, die vom Nervus Vagus stammen, einem Nerven, der neuerdings als ein parasympathischer bezeichnet wird. Es ist klar, daß diese Nerven eine Funktion leisten müssen. Reizung des die genannten Nervenfasern enthaltenden Nervus splanchnicus führt nun in der Niere, wie in den meisten Baueingeweiden der Säugetiere, zu einer Gefäßverengung, die schon bei relativ geringen Reizstärken sehr erheblich sein kann. Gefäßverengung in der Niere bedingt aber unabwieslich Verminderung der Harnabsonderung, und in diesem Sinne untersteht dieselbe natürlich der Beeinflussung durch das Nervensystem; aber dieselbe ist nur eine mittelbare, eine vasomotorische durch Verschlechterung des Kreislaufes, durch Herabsetzung der Durchströmung der Niere, die eine Beeinträchtigung der Harnabsonderung im Gefolge hat, wobei zunächst dahingestellt bleiben mag, ob es sich um veränderte mechanische Durchtrittsverhältnisse durch die

Zellwände oder um Abschwächung der sekretorischen Leistungsfähigkeit der Nierenzellen handelt. Ob im Nervus splanchnicus noch erweiternde Gefäßnervenfasern enthalten sind, ist noch Gegenstand der Diskussion; die experimentellen Erfahrungen sprechen eher gegen als für das Vorhandensein derartiger Nervenfasern. Was den Nervus vagus anlangt, so bedingt dessen Reizung am Halse Hemmung des Herzschlags und somit eine so große Verschlechterung des Kreislaufes, daß notwendigerweise infolge hiervon die Harnabsonderung leiden muß. Zusammenfassend gelangen wir mit Rücksicht auf diese Tatsache zur Erkenntnis, daß vom Nervensystem aus durch Hemmung des Kreislaufes in der Niere die Harnabsonderung vermindert werden kann. Man würde erwarten, daß insofern wie Reizung von Nerven die Kreislaufverhältnisse zu bessern vermag, dementsprechend auch die Harnabsonderung gesteigert werden müßte. Hier aber liegen die Verhältnisse komplizierter. Man kann bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse nur so viel sagen, daß, falls durch pathologische Geschehnisse oder durch experimentelle Eingriffe die Kreislaufverhältnisse tief darniederliegen, die Besserung des Kreislaufes durch vasomotorische Einflüsse die Harnabsonderung fördern. Anders aber steht es bei normalen Kreislaufverhältnissen: dann geht durchaus nicht notwendigerweise mit einer Verstärkung des Kreislaufes über die Norm hinaus eine Vermehrung der Harnabsonderung Hand in Hand. Ob dieser Fall eintritt, hängt wesentlich von dem Verhalten, dem Zustand der spezifischen Nierenepithelien selbst ab. Ohne eine Mitwirkung dieses Faktors gelingt in keinem Falle eine Förderung der Harnabsonderung.

Es liegen, wie oben angedeutet wurde, eine große Reihe von Experimentaluntersuchungen aus einer jetzt schon weiter zurückliegenden Zeit vor, die sich mit der Prüfung der Frage bemüht haben, ob es nicht eine Beeinflussung der Harnabsonderung durch echte sekretorische Nerven gebe. Diese Bemühungen sind alle gescheitert. Fragt man sich, an welchen Bedingungen der Versuche dieselben gescheitert seien, so ergibt sich folgendes: 1. verschlechtert die Narkose, wenn sie nicht mit peinlichster Sorgfalt ausgeführt wird, die Kreislaufverhältnisse, 2. läßt sich niemals ein schädigender Einfluß der Narkotika auf die spezifischen Nierenzellen ausschließen, 3. sind bei den mannigfachen Experimentaleingriffen die Möglichkeiten für eine reflektorische Erregung des Nervus splanchnicus mit darauf eintretender Gefäßverengung reichlich gegeben, und 4. leidet erfahrungsgemäß infolge der operativen Eingriffe, namentlich an der Bauchhöhle, die Harnabsonderung manchmal in einer geradezu schockähnlichen Weise. Neue Experimentalforschungen mußten daher in erster Linie methodische Verfahren ausarbeiten, um die geschilderten Fehlerquellen auszuschließen.

Jede mögliche Vermeidung von Fehlerquellen ist aber ein vergebliches Bemühen, wenn der inneren Natur der Dinge nach eine sekretorische Innervation der Niere fehlen sollte. Zu einer derartigen Annahme liegt aber, trotz der bisherigen experimentellen Erfahrungen, kein Zwang vor, im Gegenteil, es lassen sich schwerwiegende Gründe anführen, die dringend dazu aufforderten, die Möglichkeit der sekretorischen Innervation der Niere im Auge zu behalten. In erster Linie hat die ärztliche Beobachtung immer und immer wieder den Schluß nahegelegt, daß die Harnabsonderung unter dem Einflusse des Nervensystems stehe. Sodann konnten die Histologen zeigen, daß Nerven in genau der gleichen Weise an die Nierenzellen herantreten oder heranzutreten scheinen, wie bei solchen Drüsen, bei denen die Versorgung mit echten sekretorischen Nerven außer jedem Zweifel steht. Ganz analoge, auf dem Boden der Histologie erwachsende Erfahrungen waren es ja auch gewesen, die den Schreiber dieses Aufsatzes dazu ermutigten, die Frage der sekretorischen Innervation der Schilddrüse in Angriff zu nehmen.

Den oben aufgezählten Fehlerquellen sollte ein Versuchsverfahren begegnen, welches allmählich auf Grund der gemachten Erfahrungen ausgearbeitet wurde. Um die doppelte Schädigung durch die Narkotika zu vermeiden, wurde das sinnreiche Verfahren von *Sherrington* angewandt, welches darin besteht, daß dem Versuchstier zunächst in tiefster Narkose die Achse des Zentralnervensystems dicht oberhalb der vier Hügel durchschnitten wird, ein Verfahren, welches als Enthirnung bezeichnet wird. Das Tier ist durch die Entfernung des Großhirns zu einem willenlosen und schmerzlosen Wesen gemacht worden, bei dem aber, richtige Operationsweise vorausgesetzt, Kreislauf und Atmung, die vegetativen Funktionen des Lebens und die Leistung des unterhalb der Schnittstelle gelegenen Zentralnervensystems völlig normal bleiben. Die Narkose wird von diesem Momente an, weil völlig überflüssig, weggelassen, und eine kurze Zeit andauernde künstliche Atmung beseitigt sehr bald das flüchtige Narkotikum aus dem Organismus. Um die reflektorische Erregung des Nervus splanchnicus fernzuhalten, wurde derselbe durchschnitten, so daß es nicht mehr zu störender Verengung der Gefäße in der Niere kommt. Der Nervus vagus, in dem in erster Linie die vermuteten sekretorischen Fasern für die Niere zu erwarten waren, mußte, um ohne herzhemmende Wirkung gereizt werden zu können, unterhalb des Abganges der herzhemmenden Fasern in der Brusthöhle aufgesucht werden. Nach Freilegung desselben an diesem Orte wurde er zur Reizung in Elektroden gelagert. Solch schwere Eingriffe ließen trotz aller Vorsichtsmaßregeln die Gefahr der Schockwirkung nicht ausgeschlossen erscheinen; deshalb wurde durch Dauereinlauf einer passenden Salzlösung in eine Vene dafür gesorgt, daß eine künst-

liche Steigerung der Harnabsonderung, die nach den Intentionen des Experimentators sich regeln ließ, eingeleitet und möglichst konstant aufrecht erhalten wurde. Nun bestand aber die Möglichkeit, daß die Harnabsonderung teils durch die gewollten physikalisch-chemischen Veränderungen der Blutzusammensetzung, teils durch unbekannte Variationen im Kreislauf und Blutchemismus, in unkontrollierbarer Weise schwankte, so daß etwaige Veränderungen der Harnabsonderung von diesen und nicht etwa von der Reizung der Nerven herrühren konnten. Aus diesem Grunde wurde die eine Niere, deren Nerven nicht während der Versuchsdauer gereizt wurden, als Kontrollnieren hergerichtet, indem am Hilus der Niere durch Bepinselung mit konzentrierter Karbollösung alle zu ihr führenden Nerven zerstört wurden. Hierdurch war diese Niere jeglichem Einfluß des Nervensystems entzogen, aber nach wie vor war sie allen Änderungen mechanischer und chemischer Art ausgesetzt. Die geschilderte Art der Entnervung bewirkte, daß auf der Seite der Kontrollnieren die nervöse Versorgung der Unterleibsorgane und ihrer Gefäße erhalten blieb, wodurch ein annähernd normaler Gefäßtonus gewährleistet wurde. Der Harn, welcher von den beiden Nieren geliefert wurde, wurde vermittelst Ureterenfisteln getrennt aufgefangen. In denjenigen Perioden, wo auf der einen Seite der Nervus vagus gereizt wurde, lieferte nun die unter dem Einflusse dieser Nervenerregung stehende Niere gegenüber der Kontrollnieren eine vermehrte Harnmenge, nicht allein aber war die Harnmenge vermehrt, sondern in besonders gelungenen Versuchen zeigte sich auch eine Steigerung der festen Bestandteile des Harns. Hierdurch war der Nachweis geliefert, daß der Nervus vagus Fasern enthält, welche die Absonderung von Wasser und festen Bestandteilen in der Niere zu fördern vermögen. In diesem Sinne war der Vagus als ein sekretorischer Nerv der Niere erkannt.

Nachdem einmal durch eine exakte, möglichst alle Fehlerquellen vermeidende Methode die sekretorische Innervation der Niere erkannt worden war, ließ sich dieselbe auch mit Hilfe eines weniger komplizierten Verfahrens nachweisen. Zur letzten Sicherung des Resultates war es nur noch erforderlich, die älteren Beweise der Unwirksamkeit des Vagus auf die Nierengefäße bei Anwendung der neuen Methode zu überprüfen. Pearce konnte zeigen, daß die Reizung des Nervus vagus keine Erweiterung der Nierengefäße veranlaßt, womit erneut dieses mechanische Moment als etwaige Ursache gesteigerter Harnabsonderung ausgeschlossen war. Zwei neue Probleme drängten sich im Anschluß an die neugewonnene Erkenntnis auf. Das eine erstand unter Berücksichtigung eines auffallenden Unterschiedes, der bei der neu angewandten Methode zutage trat. Auf der einen Seite war die Niere durch die oben beschriebene Karbolbepinselung total entnervt, auf der andern Seite war der Nervus vagus und der Nervus

splanchnicus durchschnitten, so daß man erwarten konnte, daß beide Nieren ihrer nervösen Versorgung vollständig beraubt seien. Aber auffallenderweise lieferte die durch Hilusbepinselung entnervte Niere viel mehr Harn, als die Niere der andern Seite. Die Aufklärung dieses Unterschiedes wurde im Laboratorium des Verfassers durch W. Jost gegeben, der zeigen konnte, daß vom Bauchsympathicus feine Nervenfasern zur Niere zogen, und daß erst nach deren Durchschneidung der Harn der betr. Niere demjenigen der Kontrollnieren gleich wurde. Jost hat auf diese Weise sowohl eine noch nicht näher bekannte nervöse Versorgung der Niere entdeckt, wie auch ein neues Moment für den großen Einfluß der Nerven auf die Harnabsonderung beigebracht. Den gleichen Problemen ließ sich auch von einer andern Seite beikommen. Wenn der Vagus sekretorische Fasern für die Niere enthielt, ließ sich die Annahme machen, daß vom Zentralnervensystem aus dauernd oder temporär Impulse ausgehen könnten, welche einen fördernden Einfluß auf die Harnabsonderung auszuüben vermöchten. Dieser Erwägung ist in des Verfassers Laboratorium Mauerhofer nachgegangen. Derselbe konnte zeigen, daß, solange auf der einen Seite der Nervus vagus erhalten ist, die total entnervte Niere nicht ein derartiges Übermaß von Harn absondert wie früher beobachtet wurde, ja, daß gelegentlich dieselbe sogar weniger ausscheidet, und erst nach Durchschneidung des Nervus vagus die total entnervte Niere die bekannte stark überwiegende Harnabsonderung aufweist. Auf diese Weise hatte Mauerhofer einen neuen Beweis für die sekretorische Innervation der Niere durch den Nervus vagus erbracht.

Das andere neue Problem war die Frage, ob nicht etwa, wie an anderen Orten, ein Antagonismus zwischen parasympathischer und sympathischer Innervation in der Niere bestehe, indem wie der parasympathische Vagus fördere, so der sympathische Splanchnicus die Absonderung hemme. Der Bewältigung dieses Problems stand die Schwierigkeit entgegen, daß nach allen bisherigen Erfahrungen bei jeder Art Reizung des Nervus splanchnicus Gefäßverengung auftritt, die naturgemäß jede etwaige spezifische Hemmung der Harnabsonderung vollständig verdecken mußte. Bei dem Versuche, dieser Schwierigkeit Herr zu werden, machte Jost eine Beobachtung, die eine Tatsache von hohem biologischen Interesse enthielt. Um bei Reizung des Nervus splanchnicus die Gefäßverengung durch eine ebenso große Erweiterung auszubalanzieren, machte Jost eine Infusion von Kochsalzlösung, welche bekanntlich eine Erweiterung der Gefäße herbeiführt, mit der Erwägung, daß die Erweiterung infolge dieses Eingriffes und die Verengung infolge der Reizung des Nervus splanchnicus sich gerade soweit ausgleichen könnten, daß die Gefäße ihre normale Weite beibehielten. Überraschenderweise aber ergab sich,

daß sobald eine genügende Menge von Kochsalzlösung infundiert worden war, und eine verstärkte Harnabsonderung sich bemerkbar machte, dann eine Reizung des Nervus splanchnicus, die vorher eine starke Verengung der Gefäße verursacht hatte, jetzt im Gegenteil eine Erweiterung herbeiführte. Erst bei sehr starker Reizung, die für gewöhnlich gar nicht angewendet wird, gelang es, Verengung der Gefäße zu erhalten. Hörte man mit der Infusion auf, und klang die gesteigerte Harnabsonderung wieder ab, so führte dieselbe schwache Splanchnicusreizung wiederum wie vorher zur Verengung der Gefäße. Diese merkwürdige Umkehr der Wirkung einer Nervenreizung beruhte nicht etwa darauf, daß infolge des Eingriffs gefäßerweiternde Nerven zur Wirkung gelangt wären. Vielmehr handelte es sich um eine ausschließlich passive Erweiterung der Gefäße, wie dadurch bewiesen wurde, daß wenn man die, nach wie vor, infolge der Splanchnicusreizung eintretende Drucksteigerung durch Ausschaltung aller übrigen Eingeweidegefäße beseitigte, keine Veränderung an den Nierengefäßen zu beobachten war. Demnach zeigt sich, daß während die Niere durch die Änderung in der Zusammensetzung des Blutes zur gesteigerten Absonderungstätigkeit geweckt wird, ganz elektiv die Nierengefäße gegenüber sonst verengenden Erregungen die Anspruchsfähigkeit verlieren, während dieselbe bei den übrigen Eingeweidegefäßen unverändert erhalten bleiben. Es liegt hier folglich ein außerordentlich interessanter Fall von Anpassung eines peripheren nervösen Mechanismus an die funktionellen Bedürfnisse eines Organes vor. Die Gefäßverengung wirkt der Harnabsonderung entgegen; es wäre daher sehr unzumutend, wenn zur Zeit, wo die Bedürfnisse des Organismus eine rege Absonderungstätigkeit der Niere erfordern, etwaige Erregungen, die vom Zentralnervensystem auf dem Wege des Nervus splanchnicus die Niere erreichen, die Leistungsfähigkeit der Niere beeinträchtigen würden. Dieser Unzumutendigkeit begegnet der Organismus durch eine Umstimmung des gefäßverengenden Mechanismus in der Peripherie. Es liegt hier also eine Art Umstimmung vor, wie wir sie in sehr ausgesprochener Weise an den komplizierten Apparaten des Zentralnervensystems und der Sinnesorgane kennen.

Nach dieser wichtigen Entdeckung war die Bahn frei für die Prüfung der Frage, ob Reizung des Nervus splanchnicus, wenn die störende Gefäßverengung beseitigt war, eine spezifische Beeinflussung der Harnabsonderung im Gefolge hätte. Unter Anwendung des hierzu ausgearbeiteten Verfahrens konnte Jost zeigen, daß die Reizung des Nervus splanchnicus bei vollständig ausgeschlossener Gefäßverengung, ja sogar bei experimentell nachgewiesener Erweiterung der Gefäße eine merkliche Hemmung der Harnabsonderung veranlaßte. Hierdurch war der Nachweis geliefert worden, daß tatsächlich die

sympathischen Nervenfasern der Niere im Gegensatz zu den parasympathischen Nervenfasern im Vagus einen hemmenden Einfluß auszuüben vermögen. Die Hemmung erstreckt sich in erster Linie auf die Wasserausscheidung. Etwas weiterentwickelter liegen die Verhältnisse hinsichtlich der Ausscheidung von Chloriden. Es liegen einige Anhaltspunkte dafür vor, daß die Chlorausscheidung gerade durch Erregungen, die auf dem Wege des Nervus splanchnicus zur Niere gelangen, gefördert wird; hierfür sprechen, neben Erfahrungen des Berner Laboratoriums, insbesondere die sehr bemerkenswerten Versuche von *Erich Meyer*, der bei zentraler Reizung eine vermehrte Chlorausscheidung beobachten konnte. Der zu früh der Wissenschaft entrissene Pharmakologe *Rohde* hat in Gemeinschaft mit seinem Mitarbeiter *Ellinger*, auf einem indirekten Wege, nämlich durch Ausschaltung von Nerven auf einer Seite und langdauernder vergleichender Beobachtung am Tiere, welches lange Zeit nach der Operation am Leben erhalten wurde, eine Reihe von sehr wichtigen Unterschieden beobachtet, welche jetzt, genau wie er selbst es wollte, im Lichte der durch direkte Methoden gewonnenen Ergebnisse nicht anders gedeutet werden können, als durch die Annahme von nervösen Einflüssen.

So ist jetzt der Stand unserer Einsicht in die Innervationsverhältnisse der Niere der, welcher auf Grund histologischer Tatsache, biologischer Erwägung und ärztlicher Beobachtung zu erwarten war: Die Niere hat eine echte sekretorische Innervation, fördernde und hemmende sekretorische Nerven. Der Sinn dieses Tatbestandes ist unschwer zu deuten; für die feineren Regulationen, namentlich für solche, welche in rascher Zeit eintreten sollen, besitzt der Organismus das Mittel der nervösen Regulation, eine Regulation, die viel feiner und schonender zu spielen vermag, als die gröbere Regulation durch die Veränderung der Zusammensetzung des Blutes. Daß auch hemmende Nervenfasern vorhanden sind, ist verständlich, wenn man bedenkt, daß es im Interesse des Organismus liegen kann, Wasser- und Stoffverlust der Niere einzuschränken.

Das Wissen, daß die Niere jetzt gleichfalls den Drüsen einzureihen ist, deren Absonderung der Herrschaft des Nervensystems unterstellt ist, besagt noch nicht, daß deshalb der Mechanismus dieser Innervation derselbe sein muß, wie bei solchen Drüsen, bei denen der nervöse Einfluß den hervorstechendsten Zug bildet. Ganz im Gegenteil, die neue Erkenntnis darf keineswegs die Einsicht verdunkeln, daß die Niere, um soviel zu leisten, wie die Aufrechterhaltung des Daseins unter normaler Bedingung erfordert, ohne jede Einwirkung des Nervensystems ausschließlich durch Zustandsänderung des Blutes ihre Absonderungstätigkeit vollziehen kann. Das besagen, abgesehen der älteren Erfahrungen, neue Beobachtungen, welche wir der glänzend entwickelten chirurgischen Technik unserer Tage verdanken.

Man kann eine Niere durch Gefäßnaht an eine ganz andere Stelle des Körpers implantieren und nach gelungener Implantation die andere Niere aus dem Körper entfernen. Die übrig bleibende, vollständig ihrer nervösen Zusammenhänge beraubte Niere genügt aber, um das Leben zu erhalten. Kaum läßt sich ein schlagenderer Beweis für die Unabhängigkeit der Niere vom Nervensystem erbringen.

Es wird Aufgabe weiterer Forschung sein, aufzuklären, wie die feinen nervösen Erregungen in das Getriebe der Nierenzelle eingreifen. Es kann sich nicht um die Erweckung einer Triebkraft wie bei der Speicheldrüse handeln, wenn die Chorda Tympani gereizt wird, auch nicht, um eine Permeabilitätsänderung einer hypothetischen Grenzschicht, vielmehr ist an eine Art von Veränderung zu denken, wie man sie früher dem Einflusse sogenannter trophischer Nerven zugeschrieben hatte. Das soll besagen, daß die sekretorischen Nerven der Niere im Protoplasma der Nierenzelle in erster Linie das Aufspeicherungsvermögen, das Selektionsvermögen der Nierenzelle erhöhen. Es scheint sich um Vorgänge zu handeln, die ihrer Art nach denjenigen gleichen mögen, wo nervöse Einflüsse die Wachstumsverhältnisse der Zellen offenkundig zu fördern imstande sind. Auf diese Weise gewinnt das Problem der sekretorischen Innervation von Drüsen vom Typus der Niere nicht allein Bedeutung für die praktisch sehr wichtige, spezielle Frage der Harnabsonderung, sondern auch für weitschichtigere Fragen von allgemein physiologischem Interesse.

Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle im Kriege.

Von Dr. H. Kuttenkeuler, Elberfeld.

Die Bedeutung, die der Nahrungsmittelchemie schon im Frieden zukam, erhellt aus der Tatsache, daß der Wert der im Deutschen Reiche verbrauchten Nahrungs- und Genußmittel den der wichtigsten technischen Rohstoffe: Kohle, Eisen, Baumwolle um das Drei- bis Vierfache überstieg, und daß nach amtlichen Feststellungen der Aufwand für die Ernährung bei Arbeitern und Beamten 30—55 % und darüber betrug und durchweg um so höher lag, je niedriger das Einkommen war. Diese Verhältniszahlen stiegen während des Krieges infolge der erheblichen Verteuerung auch der gewöhnlichen und notwendigsten Lebensmittel, wie Fleisch, Brot, Kartoffeln und vor allem Fett, jedenfalls noch höher. Durch diese Preissteigerung und die mehr und mehr fühlbar werdende Knappheit erhöhte sich noch die Bedeutung der Nahrungsmittelchemie, besonders insoweit sie neue Nährmittel schafft, und der Nahrungsmittelkontrolle, insoweit sie die Verbraucher vor gesundheitlicher und geldlicher Benachteiligung zu schützen berufen ist.

Die *Nahrungsmittelchemie* hatte während des Krieges vornehmlich zwei Aufgaben zu erfüllen: Erhaltung der vorhandenen Lebensmittel und ihre Streckung, und zur Erfüllung dieser Aufgaben in den betreffenden Einrichtungen der Staaten und Gemeinden mitzuwirken.

Bei der Erhaltung der Lebensmittel kommen physikalische und chemische Verfahren in Betracht. Von ersteren wurde das Kälteverfahren, das besonders bei Fleisch und Eiern eine Rolle spielt, wissenschaftlich und praktisch gründlich durchgebildet. Danach muß das etwa aus halben Tierkörpern bestehende Fleisch nach Vorkühlung erst einzeln gründlich durchgefroren werden, bevor es aufgestapelt wird. Besondere Aufmerksamkeit ist aber vor dem Verbrauch auf langsames Auftauen zu legen, da sonst erhebliche Verluste durch Austreten von Muskelsaft entstehen und das Fleisch sehr leicht dem Verderben anheimfällt und geschmacklich leidet. Wird das Gefrierfleisch aber unter den nötigen Vorsichtsmaßregeln gewonnen und behandelt, dann ergibt sich ein einwandfreies und gutschmeckendes Fleisch, das auch zu fast allen Fleischwaren Verwendung finden kann.

Von physikalischen Verfahren kommt weiterhin das Trocknen in Betracht. Schon vor dem Kriege hatte man begonnen, in besonderen Trockenanlagen in größerem Maße Trockenerzeugnisse der Kartoffel zu gewinnen, um den bedeutenden Verlust durch Veratmung und Fäulnis, der auf über 10 % geschätzt wird, zu vermindern. Gewonnen wurden hierbei die Kartoffelschnitzel aus der ganzen Kartoffel, und das mehr oder weniger von Schalen freie und daher für die menschliche Ernährung besser geeignete Kartoffelmehl (Patentwalzmehl), das auch schon einige Jahre vor dem Kriege bei der Brotzubereitung als Backhilfsmittel eine wenn auch unbedeutende Rolle spielte, da bei seiner Verwendung in Mengen von 3 bis 5 % das Brot sich länger frisch hielt. Nachdem aber durch Bundesratsverordnungen erstmalig vom 28. Oktober 1914 die Verwendung der Kartoffel bei der Brotherstellung zur Streckung des Getreides vorgeschrieben wurde, gewannen diese Trockenerzeugnisse eine große Bedeutung und die Zahl der Trocknungsanlagen, die am 1. Juni 1914 940 betrug mit einer Leistung von etwa 19 Millionen Doppelzentner Rohkartoffeln oder 5 Millionen Doppelzentner Trockenkartoffeln in 200 Arbeitstagen (Kampagne), wurde 1914/15 um 246 Anlagen (davon 190 mit Staatsunterstützung) vermehrt mit einer Leistung von 8 Millionen Doppelzentner Rohkartoffeln. In letzter Zeit wurden aber in diesen und anderen Anlagen auch Steckrüben und Gemüse aller Art in ungeheuren Mengen getrocknet, um sie vor dem Verderben zu bewahren und in Zeiten größter Knappheit dem Verbrauch zuführen zu können.

Ganz bedeutend zugenommen hat während des Krieges auch die Herstellung von Dauerwaren in

Büchsen, sowohl von Fleisch wie Gemüse und Obst, eine Erscheinung, die keineswegs rein erfreulicher Natur ist. Die Herstellung von Dauerwaren überhaupt und besonders in Büchsen ist nur insoweit notwendig und berechtigt, als die betreffenden Lebensmittel nicht in frischem Zustande einem geregelten, ordnungsgemäßen Verbräuche zugeführt werden können, im übrigen aber zu verworfen, da dadurch eine bedeutende Verteuerung eintritt und bei Büchsendauerwaren dem Käufer eine sofortige Beurteilung der Güte der Ware genommen wird und außerdem ein nicht unerheblicher Teil dem Verderben anheimfällt, so daß die dadurch bedingte Gesundheitsgefährdung nicht außer acht gelassen werden darf. Unter diesen Büchsendauerwaren spielten die kochfertigen Gerichte, bestehend aus Fleisch mit Gemüse, Kartoffeln u. dgl., eine besonders unangenehme Rolle, weil sie vielfach Fleisch nur in Spuren enthielten und viel zu teuer waren. Bezüglich der Herstellung von Fleischedauerwaren in Büchsen wurde durch eingehende Versuche und Untersuchungen festgestellt, daß es für die Sterilisierung und Haltbarkeit nicht gleichgültig ist, ob das Fleisch roh oder vorgekocht in die Büchsen gebracht wird, daß beide Verfahren gewisse Vor- und Nachteile haben, daß aber jedenfalls bei ersterem ein besser schmeckendes Erzeugnis erzielt wird. Zeitweise nahm die Herstellung dieser Dauerwaren überhand, so daß sie durch Bundesratsbeschluß vom 31. Januar 1916 mit Ausnahme für Militärlieferung verboten wurde. Gleichzeitig wurde die Herstellung von Wurst insoweit beschränkt, daß nur $\frac{1}{3}$ des Fleisches dazu verwendet werden darf.

Chemische Frischhaltungsmittel kommen bei Fleisch außer Kochsalz weniger in Betracht. Daß für die Frischhaltung des Fleisches, oder besser gesagt für die Erhaltung einer roten Farbe an Stelle von Salpeter Nitrite bei der Pökelfleischbereitung durch Ministerialerlaß vom 25. März 1916 zugelassen wurden, erschien zum mindesten unnötig, weshalb die Bundesratsverordnung vom 14. Dezember 1916 nur zu begrüßen ist, wodurch die Nitrite den auf Grund des § 21 des Fleischbeschaugesetzes bei der gewerbsmäßigen Zubereitung von Fleisch verbotenen Stoffen zugefügt werden. Nicht allzu große Bedeutung kann auch dem durch Anordnung der Reichsstelle für Speisefette vom 21. Dezember 1916 den Molkereien gestatteten Frischhalten der Magermilch durch Zusatz von etwa 33 ccm 3-proz. Wasserstoffsuperoxydlösung zum Liter zugemessen werden. Von größerer Bedeutung war dagegen der Ministerialerlaß vom 23. Mai 1916 betreffend Richtlinien für die Erhaltung der Obsternte, wodurch die Verwendung von Benzoesäure und Ameisensäure bei der Herstellung von Marmeladen und anderen Obsterzeugnissen gestattet wurde. Sonst bestand bei dem Mangel an Zucker die Gefahr, daß ein großer Teil unserer Obsternte dem Ver-

derben anheimfiel, da zwar der künstliche Süßstoff den Zucker hinsichtlich seiner Süßkraft, nicht aber als Frischhaltungsmittel zu ersetzen vermag. (Bei der Verwendung von Saccharin ist übrigens streng darauf zu achten, daß es nicht mitgekocht wird, da es sich dadurch zersetzen kann, sondern erst nachher zugesetzt wird.) Daß aber bei dieser Verwendung von Benzoe- und Ameisensäure durch Ministerialerlaß vom 16. Juni 1916 von jeder Kennzeichnung, wenn auch vorübergehend, Abstand genommen wurde, erscheint nicht notwendig und im Hinblick auf Schlußfolgerungen, die später bei normalen Verhältnissen sicher gezogen werden, nicht unbedenklich.

Bei der zweiten Hauptaufgabe der Nahrungsmittelchemie während des Krieges, der Streckung der Lebensmittel, kann man etwa unterscheiden zwischen dem Heranziehen bisher für die menschliche Ernährung weniger in Betracht kommenden Stoffe und den eigentlichen, zum Teil längst gebräuchlichen Ersatzmitteln. Von den Stoffen, die bisher nicht oder nur in geringem Maße als menschliche Nahrung dienten, spielt vor allem das Blut der Schlachttiere eine hervorragende Rolle, das an Nährwert dem knochenlosen Fleisch nur wenig nachsteht und durch seinen Gehalt an Nährsalzen noch besondere diätetische Bedeutung hat. Trotzdem ließ man vor dem Kriege den weitaus größten Teil des auf 50—70 000 t jährlich geschätzten Schlachtblutes einfach ungenützt wegfließen oder verarbeitete es höchstens zu Dünger oder Viehfutter, eine Verschwendung, der man auf Drängen namhafter Physiologen und unter dem Druck des Eiweißmangels während des Krieges doch wesentlich abgeholfen hat. Außer als Wurst empfiehlt sich besonders seine Verwendung als Zusatz bei der Broterzeugung, der in Schweden, den Ostseeprovinzen, Westfalen und auch sonst schon seit Jahrhunderten üblich ist.

Als weiteres Streckungsmittel der Eiweißnahrung kommt die sogenannte Nährhefe, d. i. die gereinigte, entbitterte und getrocknete Brauereihefe, von der jährlich etwa 6000 t, etwa 16,5 Millionen Kilogramm mittelfettem Rindfleisch an Nährwert entsprechend, gewonnen werden können. Ihre durchschnittliche Zusammensetzung ist: Wasser 8 %, Eiweiß 54 %, Fett 3,5 %, Rohfaser 1,5 %, Salze 7 %, stickstofffreie Extraktstoffe 26 %. Außerdem wird noch auf Grund von Versuchen, die im Institut für Gärungsgewerbe zu Berlin angestellt wurden, eine sogenannte mineralische Hefe gewonnen, d. i. eine besondere Hefeart, die ihren Nährstoffbedarf mit anorganischen Stickstoffverbindungen und Zucker, etwa Melasse und dergleichen zu decken vermag. Über die Rentabilität dieser Hefegewinnung gehen allerdings die Meinungen weit auseinander; auch werden neuerdings von medizinischer Seite Bedenken gegen den Genuß von Hefe wegen gewisser gesundheitlicher Schädigungen laut.

Ferner wurde empfohlen, die bei der Ölgewinnung verbleibenden Preßrückstände, die bisher hauptsächlich als Viehfutter Verwendung fanden, auf Nährpräparate zu verarbeiten, ein Verfahren, das einesteils die Landwirtschaft des besten Kraftfutters für das Milchvieh beraubt hätte und das andererseits durch die behinderte Einfuhr ausländischer Ölsamen fast gegenstandslos geworden ist.

Um übrigens diese mangelnde Zufuhr von Ölfrüchten und Speisefetten, die im Frieden ganz bedeutende Mengen erreichte, in etwa auszugleichen, wurde verstärkter Anbau ölliefernder Pflanzen, wie Mohn, Raps, Flachs, Sonnenblumen, empfohlen, daneben aber auf Grund chemischer Untersuchungen die Ölgewinnung aus anderen Pflanzen und Pflanzenteilen, wie Weintraubenkernen, Johannisbeerkernen, Steinobstkernen, Spargelsamen, Walnüssen, Kastanien, Linden-, Ulmen-, Ahornfrüchten, Bucheckern, Fichtensamen usw. usw. vorgeschlagen, von denen die meisten ein für die menschliche Ernährung ohne weiteres brauchbares Öl liefern. Eine beträchtliche Menge Fett kann auch durch Entfetten der frischen oder auch ausgekochten Knochen gewonnen werden, desgleichen durch Auffangen des im Spülwasser enthaltenen Fettes durch sogenannte Fettfänger; dagegen lehnte der Kriegsausschuß die vorgeschlagene Gewinnung von Fett aus Maikäfern als zu unerheblich ab, empfahl vielmehr, sie als Hühnerfutter zu verwenden und sie so indirekt der menschlichen Ernährung zuzuführen. Mit geteilten Gefühlen kann man aber auch der behördlich empfohlenen Fettgewinnung durch Entkeimung des Getreides gegenüberstehen, bei der für das Reich mit 10 000 t Öl für die Margarineherstellung und 90 000 t eiweißreichen Preßrückständen, die als Ei- und Fleischersatz dienen können, gerechnet wird. Es wird dadurch zwar dem eigentlichen Fettmangel in etwas abgeholfen, aber andererseits bedeutet es eine außerordentlich verteuerte Zufuhr des bei der weitgehenden Ausmahlung des Getreides größtenteils im Brote enthaltenen und damit völlig gleichmäßig allen Schichten der Bevölkerung zugute kommenden Fettes.

Ob eine weitere Fettquelle, nämlich die sogenannte Fetthefe, eine Hefeart, die etwa 17 % Fett gegenüber 4 % der gewöhnlichen Hefen enthält, von Bedeutung sein wird, erscheint noch sehr fraglich.

Völlig zu verwerfen ist natürlich die Verwendung von Mineralöl zu Speisen, wie sie verschiedentlich, z. B. bei Fischkonserven, beobachtet wurde, da es unverdaulich ist und schwere Gesundheitsstörungen hervorruft.

Eine erhebliche Vermehrung oder Streckung der Kohlenhydrate in der Nahrung ist höchstens durch eine restlosere und mannigfaltigere Verwertung der betreffenden Stoffe möglich. Während z. B. in Friedenszeiten das Getreide nur zu etwa 60—75 % als Brotmehl ausgemahlen wurde,

wurden während des Krieges wesentlich höhere Ausmahlungen, bis über 90 %, amtlich vorgeschrieben. Auch wurden verschiedene andere Mehle, wie Reis-, Mais-, Gersten-, Hafer-, Sojabohnen- (Agumamehl), Kastanien-, Zuckerrüben- (Betzemehl) und besonders Kartoffelmehl als Zusatzmehle bei der Brotbereitung vorgeschlagen und verwendet. Auch wurde empfohlen, die Hefe, die einen Teil der Teigsubstanz, nach einigen Angaben bis zu 3 %, in Alkohol und Kohlensäure verwandelt, die in die Luft entweichen, durch Backpulver zu ersetzen. Da sie aber andererseits durch fermentativen Aufschluß der Mehle die Verdaulichkeit des Brotes erhöht, so wurde ihre Verwendung nur bei der Kuchenbereitung, nicht aber bei der Brotbereitung verboten.

Hierher gehört auch die Streckung der Kartoffeln durch Steckrüben, Kohlrabi, Zuckerrüben und andere Wurzelgewächse, die ja im vergangenen Winter in weitgehendem Maße durchgeführt werden mußte. Dagegen erwiesen sich bei näherer Untersuchung die Rhizome der Typhaarten und Farne für die menschliche Ernährung ungeeignet. Desgleichen ist das mit so viel Reklameangepriesene Strohmehl wohl für Wiederkäuer weitgehend verdaulich, als menschliches Nahrungsmittel aber abzulehnen und deshalb mit Recht durch Ministerialerlaß ebenso wie Holzmehl, Spelzspreumehl, „Pauliniummehl“ (aus Raps- und Bohnenstroh) nur als Streumehl, nicht aber als Zusatzmehl bei der Brotbereitung zugelassen.

Selbstverständlich mußte durch die Lebensmittelsperre Englands an den nur aus Zufuhr stammenden Genußmitteln Kaffee, Tee, Kakao große Knappheit entstehen. Während Kakao und Schokolade allmählich aufgebraucht wurden und fast völlig aus dem Handel verschwanden, reichten die erheblichen Kaffeevorräte durch Ersatz oder Streckung mit zum Teil schon viel verwendeten Mitteln, wie Malz-, Korn-, Rübenkaffee, Zichorien usw., weiter aus. Auch wurden einige neue Ersatzstoffe, wie gebrannte Spargelbeeren und Früchte des Weißdorns, empfohlen und behördlich für den Zweck gesammelt. Leichter ließ sich noch für den ausländischen Tee Ersatz schaffen, indem man auf die von unseren Vorfahren in gesunden und kranken Tagen hierfür verwendeten einheimischen Pflanzen und Pflanzenteile, wie besonders Brombeerblätter und Heidelbeerblüten, zurückgriff. Sehr geeignet zur Bereitung von Tee sind auch die Kakaoschalen, die damit eine einwandfreiere Verwendung finden als zur Verfälschung des Kakaos.

Nicht minder als die Nahrungsmittelchemie erfreute sich auch die eigentliche *Nahrungsmittelkontrolle* während des Krieges leider einer erhöhten und noch immer steigenden Bedeutung. Infolge der durch verstärkten Verbrauch, verminderte Erzeugung und immer mehr wegfallende Zufuhr bewirkten Knappheit an Lebensmitteln wurden diese äußerst brauchbare Spekulations-

objekte für gewissenlose Menschen, die vielfach mit keinerlei Sachkenntnis und Gewissenhaftigkeit belastet sich der Herstellung und dem Vertrieb von Lebensmitteln, wofür ja noch kein Befähigungsausweis oder Erlaubnisschein erforderlich war, widmeten, da das der geeignete Weg zu sein schien und es leider vielfach auch war, um schnell und bequem reich zu werden. Daß nun von den zur Erzielung höherer Preise zurückgehaltenen, wie auch von den im Übermaß gehamsterten Waren viele dem Verderben anheimfielen und für die menschliche Ernährung verloren gingen, ist leicht erklärlich. Zur wirksamen Bekämpfung dieser bedenklichen Machenschaften reichten die bisherigen gesetzlichen Bestimmungen in keiner Weise aus, so daß erst durch zahlreiche Bundesratsverordnungen und Ministerialerlasse mit zum Teil sehr eingehenden Ausführungsbestimmungen die nötigen Grundlagen geschaffen werden mußten. So wurden zu Anfang des Krieges verschiedene Einfuhrerleichterungen für Lebensmittel getroffen und für haushälterisches Umgehen mit den vorhandenen Vorräten und Vereinfachung der Beköstigung gesorgt, zahlreiche Preisprüfungsstellen errichtet und endlich durch Errichtung des Kriegsernährungsamtes als Zentralinstanz die Regelung der ganzen Ernährungsfrage auf eine sichere Grundlage gestellt. Daneben wurden für die Versorgung mit wichtigen Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen noch besondere Reichsstellen begründet, so für Vieh und Fleisch, Speisefette, Eier, Getreide, Kartoffeln, Gemüse und Obst, Verbrauchszucker, Branntwein, ferner Herstellungs- und Verbrauchsregelungen sowie Preisfestsetzungen für fast alle Lebensmittel erlassen. Von ganz besonderer Bedeutung für die Durchführung einer wirksamen Kontrolle aber erwiesen sich folgende Bundesratsverordnungen: Zur Fernhaltung unzuverlässiger Personen vom Handel vom 23. September 1915, wonach Einzelnen der Handel mit Gegenständen des täglichen Bedarfs untersagt werden kann; über den Handel mit Lebens- und Futtermitteln und zur Bekämpfung des Kettenhandels vom 24. Juni 1916; gegen irreführende Bezeichnung von Nahrungs- und Genußmitteln vom 26. Juni 1916, wonach nicht mehr die im Nahrungsmittelgesetz geforderten Merkmale der Nachahmung oder Verfälschung nachgewiesen werden brauchen, sondern schon eine zur Täuschung geeignete Bezeichnung zur Strafverfolgung genügt; endlich über die äußere Kennzeichnung der Waren vom 18. Mai 1916, wonach auf Packungen und Behältnissen von Gegenständen des täglichen Bedarfs der Hersteller, die Zeit der Herstellung, der Inhalt und der Preis kenntlich gemacht sein müssen. Diese Bestimmungen finden Anwendung auf Konserven von Fleisch, Fisch, Gemüse, Obst, Milch, Sahne, auf diätetische Nährmittel, Fleischextrakt und dessen Ersatzmittel, Fleischbrüh- und andere Suppenwürfel, Kaffee-, Tee- und Kakaoersatzmittel, Marmeladen, Obstmus, Kunsthonig

und sonstige Fettersatzstoffe zum Brotaufstrich, Käse, Schokolade, Schokolade- und Kakaopulver aller Art, Zwieback, Kekes, Pudding- und Backpulver. Ein Ministerialerlaß für Preußen, betreffend verstärkte Achtgabe auf minderwertige Nahrungs- und Genußmittel, besonders solche, die für die Truppen im Felde bestimmt sind, vom 23. Januar 1915 wurde veranlaßt durch eine bedauerliche Anfangerscheinung des Krieges, die sogenannten Liebesgaben. Die verschiedensten Lebensmittel wurden teils unverfälscht, meist jedoch in sehr minderwertiger oder verfälschter Beschaffenheit in mehr oder weniger handlicher Form und patriotischer Aufmachung durchweg zu wahnsinnig übertriebenen Preisen besonders für unsere kämpfenden Brüder im Feld empfohlen und verkauft. Hierbei kamen vorzüglich in Betracht alkoholische Genußmittel auch in fester Form; Milch, Tee, Kaffee, Kakao in Tabletten; Fleischdauerwaren; außerdem auch Bekleidungsstücke und Gebrauchsgegenstände. Durch die sofort einsetzende scharfe Kontrolle und amtliche Warnungen in Fach- und Tageszeitungen wurde diesem Treiben bald im wesentlichen ein Ende bereitet. Dafür trat aber mit zunehmender Knappheit der sehr viel schlimmere Ersatzmittelschwindel in die Erscheinung, so daß es heute kaum ein Nahrungs- oder Genußmittel gibt, für das nicht ein „vollwertiger Ersatz“ im Handel ist oder war.

Daß ein Ersatz oder eine Streckung einzelner Lebensmittel bis zu einem gewissen Grade möglich ist, ist schon im Vorhergehenden ausgeführt. Ein Ersatzmittel soll aber dem zu ersetzenden Lebensmittel wesensgleich oder wesensähnlich sein und die gleichen Stoffgruppen: Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate in annähernd gleichen Mengen enthalten, wie Margarine als Butterersatz, Kunstspeisefett als Schmalzersatz sowie Kunsthonig und Kunstmarmelade, die den wesentlichsten Bestandteil des Honigs oder der Marmelade in etwa den gleichen Mengen enthalten. Bei den Kriegersatzmitteln handelt es sich jedoch meist nicht um derartige neue Erzeugnisse, sondern um veränderte Benennungen und Zusammenstellungen längst bekannter und gebrauchter Nahrungsstoffe; natürlich weniger zu dem angeblichen Zwecke, die Verbraucher zu beglücken, sondern den eigenen Geldbeutel zu füllen. Welch bewundernswerte Erfindungsgabe bei Zusammenstellung und Bezeichnung dieser Erzeugnisse zur Entwicklung kommt, werden am besten einige Beispiele zeigen: Fleischersatz wie „Deutsche Kraft“, „Kraftoflei“, „Energie“ ist meist eine Mischung verschiedener Mehle, besonders Leguminosenmehle, zuweilen mit einem Zusatz von Trockenhefe; Fleischbrühwürfel, Fleischbrühersatzwürfel, Suppenwürfel, Suppenwürzwürfel mit den schönsten Phantasienamen enthalten bis zu 90 % und darüber an Kochsalz, daneben zuweilen eine Spur Fleisch- oder Hefeextrakt, meist aber nur noch etwas Gewürz und einen braunen Teerfarbstoff. „Kraft-Krebs-Wurst“ enthielt

50 % Mehl und 30 % Kochsalz, dagegen erscheint Wurstersatz aus Muschel-, Krabben- oder Fischfleisch schon annehmbar. Eiersatzmittel, deren Zahl in die Hunderte geht, enthalten im günstigsten Falle neben etwas Eibestandteilen mit Lecithin, Milchkasein oder pflanzliche Eiweißstoffe, bestehen zum größten Teil aber nur aus Mehlen, denen etwas Backpulver zugesetzt ist und vor allem genügend Teerfarbstoff, um wenigstens in der Färbung den Reklameaufdruck: „Ein Päckchen ersetzt so und so viele Eier“ zu erfüllen. Butterpulver „Hemona“ war Kartoffelmehl mit etwas doppelkohlensaurem Natron, Kochsalz und Teerfarbe; Bouillon „B“ (Butter) enthielt 53 % Wasser, 45 % Butterfett neben etwas Kochsalz und Stärke, „Deutsche K-Butter“ enthielt 50 % Wasser und nur 22 % Butterfett neben Mehl und etwas Gewürz; ein anderer Butterersatz bestand sogar aus einem dünnen Stärkekleister mit 76 % Wasser und nur 6 % Fett; von ähnlicher Zusammensetzung, wie diese Erzeugnisse, erwiesen sich Schmalzersätze wie „Speckosa“. Durch Bundesratsverordnung vom 26. Juni 1916 wurde die Herstellung und der Vertrieb fetthaltiger Zubereitungen, die Butter oder Schweineschmalz zu ersetzen bestimmt sind, mit Ausnahme von Margarine und Kunstspeisefett, insbesondere solcher Erzeugnisse, die außer Butter, Margarine oder einem Speisefett oder Speiseöl auch Milch, Wasser, Quark, Stärke, Mehl, mehlhaltige Stoffe, Kartoffeln und Gelatine enthalten, kurzerhand verboten, ein Verfahren, das sich noch für viele andere Ersatzmittel sehr empfehlen würde. Schlagsahneersatz „Esta“ bestand aus 70 % Gelatine, 22 % Milchrucker, 8 % Rohrzucker und etwas Vanillin. Marmeladenersatz, bei dem erst die Früchte durch die Rückstände der Fruchtsaftpressereien, dann der Zucker durch Saccharin ersetzt wurde, bestand zum Schlusse nur noch aus künstlich gefärbtem und parfümiertem wässerigen Rüben- oder Kartoffelbrei oder Stärkekleister, dem zuweilen durch etwas Gelatinezusatz die dickliche Beschaffenheit verliehen war. Das Tollste auf diesem Gebiete bilden aber die zahlreichen Salatölersätze „Salatol“, „Salatan“ usw., wässrige Lösungen von Carrageen, Quittenkernenschleim, Gelatine, Agar-Agar, Stärke und dergleichen, mit etwa 0,5—2 % Trockensubstanz, mit chemischen Frischhaltungsmitteln versetzt und mit Teerfarbstoff schön ölähnlich gefärbt. Während die Herstellungskosten einige Pfennige für das Liter betragen, von ihrem wirklichen Werte ganz zu schweigen, wurden sie im Anfang zu Preisen bis 4 M. und darüber für das Liter verkauft. Als nun der Höchstpreis von den meisten Preisprüfungsstellen auf etwa 50 Pf. festgesetzt wurde und infolge öffentlicher Warnungen der Absatz merklich nachließ, erschienen an ihrer Stelle Salatsoßen oder -tunken, das sind dieselben Flüssigkeiten mit etwas Kochsalz, Essig und Gewürz versetzt, und seitdem auch diese nicht mehr ziehen, werden die bequemen und vertrauensseligen

Hausfrauen sowie die Geldbeutel der Hersteller mit „Soßen in der Tüte“ beglückt, die die obigen oder ähnliche Stoffe in Pulverform in winzigen Mengen, aber zu teurem Preise enthalten. Kaffeeersatz „Ideal“ bestand aus Malzkaffee, Zichorie und gerösteten Blättern von Eiche, Rose, Schlehdorn, Brombeere und Baragineen. Wie wenig oft die Bezeichnungen, unter denen sich noch etwas denken läßt, dem Inhalt entsprechen, zeigt das Speisemehl „Mais-nur“, das wohl andere Mehle aber Maismehl nur in Spuren enthält, oder das „Nährhefekeimtopf“, das zur Hälfte aus Getreidemehl besteht. Zuweilen wurde sogar das Ursprüngliche mit „Ersatz“ bezeichnet, z. B. Stärke als „Stärkeersatz“, Soda als „Waschmittlersatz“, nur um einen höheren Preis herauschlagen zu können.

Diese kleine Blütenlese möge genügen, den Ersatzmittelschwindel zu kennzeichnen. Wenn nun von einer Seite der Umstand, daß diese Mittel so guten Absatz finden, für ihre Berechtigung angeführt wird, so ist diese Schlußfolgerung völlig verfehlt. Gekauft werden sie, und zwar blindlings infolge der eindringlichen Reklame und des empfindlichen Mangels an Lebensmitteln. Es wäre aber den Verbrauchern fraglos viel mehr gedient, wenn sie Kartoffelmehl als solches kaufen könnten, anstatt daß sie es in Form von Puddingpulver mit etwas künstlichem Farbstoff und Aroma versetzt und zu kleinsten Mengen in hübsch ausgestatteten Schächtelchen verpackt mit dem 10—20-fachen Preise oder als „Stärkeersatz“ (?) das Pfund mit 7 M. bezahlen müssen, oder wenn die verschiedenen Mehle und Grützen als solche zu haben wären, anstatt daß sie zu Ei- und Fleischersatz verarbeitet werden. Es ist daher kaum verständlich, daß viele der in den Ersatzmitteln enthaltenen Stoffe für deren Herstellung freigegeben werden, wobei sie durch die Verpackung in kleinste Mengen derartig verteuert werden, daß in der Mehrzahl der Fälle die Packung wertvoller ist als der Inhalt. Nebenbei sei erwähnt, daß die Ersatzmittelindustrie sich keineswegs auf die Lebensmittel beschränkt, sondern fast sämtliche Gegenstände des täglichen Bedarfs umfaßt, von der Ersatzschuhsohle aus Pappe bis zum Sodaersatz aus Glaubersalz, und zum Seifenersatz aus parfümiertem Sand, Ton, Gips oder Mischungen verschiedener Chemikalien, wie Soda, Glaubersalz, Magnesiumoxyd, Ätzalkali, Wasserglas, also zum Teil solchen Stoffen, die neben der Reinigung auch für möglichst schnelle Zerstörung der Wäsche und der Hände der Wäscherinnen sorgen.

Es erhebt sich nun die Frage, wie dieser Ersatzmittelschwindel mit seinen ungeheuren Preiswucherungen am wirksamsten zu bekämpfen sei. Durch die Kontrolle der Untersuchungsämter und der Preisprüfungsstellen werden naturgemäß immer nur wenige erfaßt, und bis eine Höchstpreisfestsetzung oder eine gerichtliche Bestrafung, die leider selten mit Einziehung der beanstan-

deten Erzeugnisse verbunden ist, stattgefunden hat, hat der Schwindler meist sein Schäfchen im Trocknen oder er verlegt einfach den Schauplatz seiner Tätigkeit. Am wirksamsten dürfte daher die Bestimmung sein, daß Ersatzmittel überhaupt erst nach vorheriger, auf Kosten des Herstellers oder Händlers ausgeführter Untersuchung und amtlicher Erlaubnis in den Handel gebracht werden dürfen. Diesen Weg haben auch zunächst einige Städte, wie München, Frankfurt a. M., neuerdings auch einige Bundesstaaten, wie Sachsen und Baden, beschritten, dagegen ist er von den Reichsbehörden wegen technischer Schwierigkeiten, insbesondere Mangel an Nahrungsmittelchemikern, abgelehnt worden. Dafür ist bei der volkswirtschaftlichen Abteilung des Kriegsernährungsamtes eine Auskunftsstelle über Ersatznahrungsmittel eingerichtet worden, an die die Untersuchungsanstalten die Ergebnisse ihrer entsprechenden Untersuchungen zu berichten haben und wo sie und die Preisprüfungsstelle Auskunft über die Zusammensetzung der Ersatzmittel haben können. Vielversprechend würde auch eine Erweiterung der Verordnung über die äußere Kennzeichnung der Waren dahin sein, daß jeder Packung die Zusammensetzung des Inhalts nach Prozentsätzen aufgedruckt sein müßte. Denn während die öffentlichen Warnungen in den Zeitungen den Käufern entgehen oder bald vergessen werden, ist nicht anzunehmen, daß jemand Suppenwürzwürfel kaufen würde, die nach dem Aufdruck zu 92 % aus Kochsalz bestehen, oder 10 g „Liptauer-Käse-Geschmack“, auf dessen Packung 9 g Kochsalz und 1 g Paprika und Kümmel als Inhalt verzeichnet stehen, mit 25 Pf. bezahlen würde, oder für eine Büchse gebrauchsfertigen Fleischgerichts 1,25 M. anlegen würde, wenn er auf der Umhüllung liest, daß sie 65 g Lende und 185 g Bohnenbrühe enthält, so daß also das Pfund Fleisch sich auf über 9 M. stellt.

Daß neben diesem Ersatzmittelschwindel auch die eigentliche Fälschung der Lebensmittel bei der Kontrolle eine große Rolle spielte, ist bei dem in der Knappheit und der Preissteigerung liegenden Anreiz nicht verwunderlich. Als billigstes und bequemstes Fälschungsmittel spielte das Wasser eine Hauptrolle, so als Zusatz zu Hackfleisch, Wurst, Butter, Margarine, Käse, Essig, Spirituosen, Seife, und besonders leider bei der Milch. Selbst sonst wasserfreie Fette wie Schmalz und Kunstspeisefett kamen mit sehr hohen Wasserzusätzen hauptsächlich aus dem neutralen Auslande in den Handel. Bei Wurst nahm auch die Verfälschung mit Mehl zu, ein Zusatz, der leider vielfach durch behördliche Anordnungen bis zu gewisser Höhe, meist 10 %, gestattet wurde. Als Rotwurst wurde eine kautschukartige Mischung von Lungengewebe mit Gelatine ohne jedes Muskelfleisch beobachtet; Käse war mit gekochten Kartoffeln verfälscht. Brot und Mehle wurden durch die verschiedensten Mahlprodukte, wie Strohmehl, Holzmehl, Spreu-

mehl, Steinnußmehl, gemahlenen Gips, Kreide verfälscht; die Streumehle unterlagen selbst der Verfälschung, z. B. mit über 80 % Gips, oder ein „Haidamehl“ enthielt neben wenig Buchweizenmehl vorwiegend Steinnußmehl, Sägespäne, Magnesia und Gips. Als verdorben verfiel auch fadenziehendes Brot häufig, besonders im Jahre 1915, der Beanstandung, was aber weniger den Bäckern als dem feucht geernteten, unsachgemäß aufbewahrten Getreide und der anfangs mangelhaften Beschaffenheit und Verwendung der Kartoffeln und Kartoffelflocken als Brotsreckungsmittel zuzuschreiben war. Ferner mußten große Mengen im Haushalte hergestellter Marmeladen vernichtet werden, weil sie trotz der in Tageszeitungen erlassenen Warnungen in verzinkten oder schlecht emaillierten Kesseln gekocht worden waren, wodurch sie Zink oder Blei enthielten und damit gesundheitsschädlich waren. Bei Gewürzen tauchten alte, seit Jahrzehnten fast vergessene Fälschungsmittel wieder auf, wie Eisenocker und Ziegelsteinmehl in Zimtpulver, Grießmehl in Pfeffer. Auch bei den Genußmitteln, wie Kaffee, Tee, Kakao, machten sich erhebliche Fälschungen bemerkbar. Während bei den beiden ersten die Beimischung der verschiedensten Ersatzstoffe, als Kaffeeersatz in letzter Zeit hauptsächlich geröstete Rüben, eine Rolle spielten, wurde der Kakao durch Zucker und besonders durch die fein vermahlene Kakaoschalen verfälscht, die zu Beginn des Krieges zu dem Zwecke in riesigen Mengen aus dem Auslande eingeführt und in den Handel gebracht wurden, bis der Handel damit völlig untersagt wurde.

Alles in allem machte sich im ganzen Lebensmittelhandel ein bedauerliches Schwinden jeglicher Geschäftsmoral bemerkbar. Da auch nach dem Kriege die Schwierigkeiten in der Lebensmittelversorgung natürlich noch lange andauern werden, wird sich die Nahrungsmittelchemie auch weiterhin vor wichtige und schwierige Aufgaben gestellt sehen, und die Nahrungsmittelkontrolle muß fortdauernd scharf gehandhabt werden, um die Verbraucher vor geldlichen und gesundheitlichen Schädigungen zu bewahren und Treu und Glauben im Handel mit Lebensmitteln wieder zum Siege zu verhelfen.

Besprechungen.

Planck, M., Einführung in die allgemeine Mechanik, zum Gebrauch bei Vorträgen sowie zum Selbstunterricht. Leipzig, S. Hirzel, 1916. V, 218 S. Preis geh. M. 7,—, geb. M. 8,—.

Das Plancksche Buch über Mechanik schließt sich in der äußeren Gestalt und der Art der Darstellung ziemlich eng an seine beiden berühmten Werke über Thermodynamik und Wärmestrahlung an. Was die Form betrifft, so läßt sie sich dadurch kennzeichnen, daß der Grundriß und die Einteilung nur durch eine kleine Anzahl von Kapitelüberschriften verdeutlicht werden, während die feinere Gliederung vom Leser beim

Studium selber aufgespürt werden muß. Hierdurch gewinnt *Planck* eine Freiheit der Darstellung und eine Lebendigkeit des Vortrages, die gerade in der Literatur über die klassische Mechanik häufig vermißt werden; es ist wie bei einer Führung durch ein großes Gebäude, dessen einzelne Stockwerke dem Besucher gezeigt werden, ohne daß er vorher mit dem Grundriß jeder Zimmerflucht bekanntgemacht worden ist. Mit dieser Form der Darstellung hängt die logische Gliederung des inneren Aufbaues eng zusammen. *Planck* selbst kennzeichnet sie in der Einleitung dadurch, daß er im wesentlichen der historischen Entwicklung gefolgt sei, aber ohne die Um- und Irrwege derselben mitzumachen, und er begründet diese Wahl, indem er sich zu der Ansicht bekennt, „daß die Geschichte einer exakten Wissenschaft von ihrem logischen Aufbau nicht allzuweit abweicht“. Dieser Standpunkt ist ein fundamentales methodisches und pädagogisches Prinzip, dem man freudig zustimmen kann, um so mehr, als es in der Lehrbuchliteratur nicht häufig befolgt wird. Das *Plancksche* Buch selbst ist ein Beweis für die Richtigkeit des grundlegenden Standpunktes; denn wenn ein Studierender die vorausgesetzten mathematischen Kenntnisse (analytische Geometrie und Infinitesimalrechnung) beherrscht, so wird er an der Hand dieses Leitfadens mit der denkbar geringsten Mühe zur Beherrschung der Begriffe und Methoden der elementaren Mechanik gelangen.

Natürlich werden diese Vorzüge durch gewisse Zugeständnisse erkauft; die Glattheit und Leichtigkeit, die den Leser des Buches anzieht, wird im historischen Gange der Wissenschaft nur der sehen, der sich an die großen Epochen hält und das Ringen der Geister zwischen den großen Entdeckungen vernachlässigt. Und auch wer unbekümmert um die historische Reihenfolge die logischen Zusammenhänge zu durchdringen sucht, wird in den Grundbegriffen der Mechanik manche Haken finden. Vielleicht ist *Planck* in seinem pädagogischen Streben, den Studierenden nicht durch Probleme, die ihm als Spitzfindigkeiten erscheinen könnten, aufzuhalten, doch etwas zu weit gegangen. Mir sind, besonders gleich bei den Grundlagen, zwei Punkte aufgefallen. Die Einführung des Massebegriffs pflügt dem Studierenden Schwierigkeiten zu machen;

ein Weg, wie man da helfen kann, scheint mir u. a. in dem Buche von *G. Hamel* (Elementare Mechanik, B. G. Teubner) vorgezeichnet, wo der Massebegriff ganz konkret aus einfachen Beobachtungen entwickelt wird. *Planck* geht über diese Schwierigkeit ziemlich kurz hinweg (§ 8, 9). Ähnliches gilt von dem zweiten Punkte, dem Satze vom Parallelogramm der Kräfte; auch hier besteht für den Schüler eine begriffliche Schwierigkeit, die auch sachlich begründet ist und sich in der ziemlich umfangreichen und schwierigen Literatur über dieses mechanische Axiom widerspiegelt. Im zweiten Teil des Buches endlich ist mir bei der Statik des starren Körpers aufgefallen, daß die Einführung der an den Punkten des starren Körpers angreifenden linienförmigen Kräfte etwas zu kurz und plötzlich erfolgt (§ 77); ich erinnere mich aus meiner eigenen Lehrzeit, welche Schwierigkeiten es mir machte, genau einzusehen, warum jetzt plötzlich der „Angriffspunkt“ einer Kraft unwesentlich sein soll und die Kraft in ihrer Richtung verschoben werden darf.

Derlei kleine Ausstellungen wird wohl jeder Leser gemäß seiner Vorbildung und Geschmacksrichtung machen können, aber sie treten ganz zurück neben den wundervoll klaren, durchdachten und belebten Darlegungen der allgemeinen Theorie und den zahlreichen, bis zur numerischen Durchrechnung ausgeführten Beispielen. Der Umfang des Buches entspricht etwa dem einer vierstündigen Semestervorlesung; der Höhepunkt ist die Dynamik des starren Körpers, bei der alle vorher gelehrt Sätze Anwendung finden.

Wir besitzen in den Vorlesungen von *Kirchhoff* und *Helmholtz* klassische Einführungen in die Mechanik. Jede von diesen spiegelt die wissenschaftlichen Interessen und Absichten ihrer Zeit wider. Bei *Kirchhoff* haben wir in einer äußerst strengen und abstrakten Darstellung den Ausläufer jener Epoche der „mechanischen Naturerklärung“; bei *Helmholtz* sehen wir als Ziel seine Lehre von den verborgenen Bewegungen, ein Reflex der kinetischen Theorie der Wärme. So finden wir in dem Buche von *Planck* das Bild der Entwicklung der ganzen Mechanik und können als verborgenes Ziel jene neue Mechanik der Quanten ahnen, der *Planck* selbst die Wege gewiesen hat.

M. Born. Berlin.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt; Jahrgang 34, Heft 4/5, 1916.

Versuche mit Hochofenschlacke; von *H. Burchartz* und *O. Bauer*. Die mechanischen Versuche (Teil I) bezweckten den Nachweis der Verwendbarkeit der Hochofenschlacke (Stückschlacke) für Betonzwecke, während durch die mikroskopischen Gefügeuntersuchungen (Teil II) in erster Linie ein Verfahren gefunden werden sollte, mittels dessen unbrauchbare Schlacken von brauchbaren unterschieden werden können. Erstere Prüfungen haben ergeben, daß die untersuchten Stückschlacken, worunter sich auch zum Zerfall neigende befanden, zur Betonbereitung geeignet sind. Letztere haben zu einem brauchbaren Ergebnisse nicht geführt. Sie sollen nicht fortgesetzt werden.

Zum Einfluß der Stabform auf die Ergebnisse der Zugversuche mit Metallen; von *M. Rudeloff*.

Beiträge zur Theorie der Vulkanisation des Kautschuks; von *F. W. Hinrichsen*. Verfasser unternahm Vulkanisationsversuche an Lösungen von Kautschuk

und Schwefel in Cumol. Es zeigte sich, daß die Vulkanisation bei Temperaturen, die oberhalb des Schmelzpunktes des Schwefels liegen, in der Weise fortschreitet, daß der Kautschukkohlenwasserstoff am Ende des Prozesses 32 % Schwefel aufgenommen hat, entsprechend einer Verbindung $C_{10}H_{16}S_2$. Das Ausbleiben einer Entwicklung von Schwefelwasserstoff während der Vulkanisation und das Verhalten der Reaktionsprodukte gegen Brom zeigt, daß die Vulkanisation des Kautschuks eine Additionsreaktion darstellt. Die Vulkanisationsgeschwindigkeit nimmt mit der Temperatur und der Schwefelkonzentration zu. Bei dem für die Versuche verwendeten Hevea-Plantagenkautschuk spielten die „Harze“ die Rolle eines schwach positiven Katalysators. Eine Probe synthetischen Dimethylbutadienkautschuks vulkanisierte unter gleichen Versuchsbedingungen viel langsamer als der natürliche Kautschuk.

Leimschwache Papiere und Kriegstinte; von *W. Herzberg*. Die Leimfestigkeit der Papiere hat unter dem Mangel an Harz sehr gelitten; es wird daher empfohlen, die in letzter Zeit hergestellten Kriegstinten zu

benutzen. Diese zeigen nur ganz schwache Neigung zum Auslaufen und schlagen nicht durch.

Metallographische Untersuchung vorgeschichtlicher Bronzefundstücke; von O. Bauer und O. Vogel. Die Untersuchung von Bruchstücken der im Herbst 1911 auf dem Klostergut Daberkow, Kr. Demmin, gefundenen bronzenen Hörner (Luren) ergab, daß die Rohre durch Gießen hergestellt wurden und die Verbindung der Rohre durch ein Ringband mittels Umgießverfahrens erreicht wurde. Einschnitte in den Rohren, in denen sich kleine Bronzestäbchen befanden, ließen auf die Verwendung von Kernstützen beim Guß schließen.

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie; Jahrgang 44, Heft 11, 1916.

Die vertikale Gliederung der täglichen Windperiode in Zyklonen und Antizyklonen. (Erste Ergebnisse der Windmeßstelle Eilvese); von W. Köppen. Die deutschen Großradiostationen — Nauen und Eilvese — bieten wegen ihrer freien Lage und luftigen Türme ideale Bedingungen für die Untersuchung des Windes. Die im April d. J. eingerichtete Meßstelle in Eilvese hat, obwohl nur zur Hälfte eingerichtet, bereits das sehr klare Ergebnis geliefert: in bedecktem, zyklonischem Wetter reicht die mittägliche Verstärkung des Windes bis über 120 m Höhe, in klarem, antizyklonischem hat schon in 50 m Höhe der Wind die größte Stärke in der Nacht und wächst er nachts zwischen 9 und 124 m von 3—4 auf 8—11 m p sek., während er von 8 bis 5 Uhr in diesen Höhen fast durchweg gleich ist. Die wahrscheinliche Erklärung hierfür und für das sekundäre Maximum der Windstärke, das sich um Mittag auch in Antizyklonen zeigt, liegt in der vertikalen Temperaturverteilung und der täglichen Schwankung des vertikalen Luftaustausches zwischen den Schichten.

Über Luftdruckverteilung und Regenfall in Asien, mit besonderer Berücksichtigung der Randgebiete; von Wilhelm Eckardt. Die Arbeit beschäftigt sich mit den Ursachen des Regenfalles, soweit diese in der Luftdruckverteilung begründet sind. Da die klimatischen Verhältnisse Asiens, wo das Land auf der Erde in größtem Zusammenhange steht, geradezu typisch für ein Kontinentalklima sind, so dürfen wir von vornherein sommerliche Regenfälle im größten Teile des Kontinents erwarten. Das ist der Fall in ganz Süd- und Ostasien sowie in Sibirien, dessen westlicher Teil allerdings auch im Winter Niederschläge von den vom Atlantischen Ozean bzw. vom Eismeer her eindringenden Tiefdruckwirbeln empfängt. Das eigentliche Winterregengebiet des Kontinents ist jedoch Vorderasien, das einem Flächenraum von etwa der achtfachen Größe des Deutschen Reiches entspricht und im Sommer große Trockenheit aufzuweisen hat. Es gehört dieser Teil Asiens dabei noch größtenteils dem subtropischen Klimagebiet des Mittelmeeres an und ist unter den gegenwärtigen Zeitumständen für uns von besonderem Interesse.

Der Einfluß des Elbwassers auf den Salzgehalt bei Helgoland; von Ludwig Mecking. Die Untersuchung beweist einen Einfluß des abfließenden Elbwassers auf den Salzgehalt bei Helgoland in dem Sinne, daß dieser durch eine große Abflußmenge vermindert, durch eine geringere erhöht wird. Sowohl in den Schwankungen von Jahr zu Jahr wie auch im mittleren Jahresgang (von Monat zu Monat) ist der Parallelismus im Kurvenverlauf beider Elemente unverkennbar.

Hydrographische Untersuchungen im Golf von Neapel im Sommer 1913; von Bruno Schulz.

Die Meeresströmungen und die Navigierung im Golf von Mexiko und den anliegenden Gewässern von John C. Soley; von Jentzsch.

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie; Jahrgang 44, Heft 12, 1916.

Die Psychrometerformel; von Größmann.

Der Gebrauch gnomonischer Karten in der Nautik; von August Wedemeyer. Auf Karten mißt man Strecken und Winkel, indem man die zu messende Größe an das in der Karte eingezeichnete Maß hinanführt. In zenitalen Karten, also auch in gnomonischen, sind die Meridiane das eingezeichnete Maß. Zum Messen legt man ein Blatt Pauspapier auf die Karte, markiert darauf den Kartenhauptpunkt (0) und die beiden Orte an, deren Entfernung gemessen werden soll. Dann dreht man die Pauspapier um 0, bis die beiden Orte auf einem und demselben Meridian liegen. Der am Meridian abgelesene Breitenunterschied ist die gesuchte Entfernung. Genauer kann die Messung mit einem Dreispitzzirkel ausgeführt werden. Entgegen den Meßmethoden der Lehrbücher mißt man an den Stellen der Karte, wo die größte Verpassung stattfindet, am genauesten. Um die Orte dorthin zu übertragen, benutzt man die Wanderung auf dem Parallel.

Geographische Zeitschrift, Heft 4, Mai 1917.

Die amerikanischen Mittelmeerländer und die Vereinigten Staaten; von Karl Sapper. Die Länder am und im amerikanischen Mittelmeer zwischen 10 und 30° nördl. Breite (Mexiko, Zentralamerika und Westindien) haben nach der europäischen Kolonisation zunächst fast ausschließlich nach ihren Mutterländern hin Handel mit ihren Erzeugnissen getrieben. Nach dem Abfall der spanischen Kolonien begannen die rasch erstarkenden Vereinigten Staaten immer größere Mengen dieser Erzeugnisse an sich zu ziehen, und als gegen Ende des 19. Jahrhunderts amerikanische Kapitalisten in ihrer Heimat ihr Geld nicht mehr ganz so leicht wie früher anlegen konnten, begannen amerikanische Unternehmer in wachsender Zahl sich in den südlichen Nachbarstaaten zu betätigen. Rasch erlangten sie eine wichtige Position, in manchen Ländern sogar in einzelnen Zweigen (z. B. Bananenanbau und Eisenbahnen) eine monopolartige Stellung. Mit der wirtschaftlichen Ausbeutung der Nachbargebiete scheinen sich die Vereinigten Staaten aber vorläufig zufrieden geben zu wollen; gefährdet erscheint freilich das Hochland Nordmexikos, weil es Siedlungsland für Weiße geben könnte und das Siedlungsland in der Union knapp zu werden beginnt. Politische Landerwerbungen haben die Nordamerikaner aber bisher im 20. Jahrhundert nur zum Zweck der Sicherung ihres interozeanischen Kanals gemacht: die Panama-Kanalzone und die Dänisch-westindischen Inseln. In manchen Ländern, wie Cuba, Sto Domingo, Haiti, Panama, Nicaragua, ist freilich der Einfluß der Nordamerikaner so groß, daß er einem Protektorat fast gleichkommt.

Der Kampf um Arabien zwischen der Türkei und England; von Walther Schmidt. Der Aufsatz bietet eine umfassende Kritik des Stuhlmannschen gleichnamigen Werkes vom Standpunkt der Geographen. Über den geschichtlichen Rahmen dieser Arbeit hinausgehend, doch aber gestützt auf ihr reichhaltiges Material, faßt Verfasser die wichtige Frage des Kampfes um Arabien zwischen der Türkei und England in großen Zügen nach folgenden Gesichtspunkten zusammen: 1. Wozu England Arabien braucht, 2. Welche Ziele England in Arabien verfolgt, 3. Was England in Arabien bisher erreicht hat, 4. England in Arabien während des Krieges und 5. Welche Zukunftsaufgaben erwarten Deutsche und Türken in Arabien?

Die Lage der Zinninseln des Altertums; von W. J. Beckers.

Die Steinkohlen Spitzbergens und der Bäreninsel; von F. Mewius.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 29.

20. Juli 1917.

10. Jahrgang.

INHALT:

Die Höhe des Vogelzuges. Von *Friedrich von Lucanus, Berlin.* S. 477.

Ueber die permokarbone Eiszeit und ihre Sonderstellung im geologischen Klimaproblem. Von *Dr. W. R. Eckardt, Essen.* S. 482.

Besprechungen:

Offermann, Heinrich, Das nordwestdeutsche Erdölvorkommen. Von Dr. Stolley, Braunschweig. S. 488.

Lehrbuch der Botanik. Von L. Diels, Berlin-Dahlem. S. 488.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Trinkwasseruntersuchung im Felde

Eine Anleitung für Oberapotheker und einjährig-
freiwillige Militärapotheker

von

Korpsstabsapotheker Dr. **Witte**

Stabsapotheker d. Res., Nahrungsmittelchemiker und Direktor des städt. Nahrungsmittel-
amtes in Merseburg

Preis M. 2.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik

Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie

Von

Prof. Dr. Moritz Schlick

Preis M. 2.40

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

Von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort von

Albert Einstein

Preis M. 2.40

Vor kurzem erschien:

Grundzüge der maritimen Meteorologie und Ozeanographie

Mit besonderer Berücksichtigung der Praxis und der Anforderungen in Navigationsschulen

Von Joseph Krauss

Lehrer an der Seefahrtsschule in Lübeck

Mit 60 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 5.—

Vor kurzem erschien:

Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie

Von Dr.-Ing. Hans Rein

Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von

Dr. K. Wirtz

o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule zu Darmstadt

Mit einem Bildnis des Verfassers, 355 Textfiguren und 4 lithographierten Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 20.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

20. Juli 1917.

Heft 29.

Die Höhe des Vogelzuges.

Von Friedrich von Lucanus, Berlin.

Eine der auffälligsten und eigenartigsten Erscheinungen im Leben der Vögel sind die alljährlich im Frühjahr und Herbst stattfindenden Wanderungen. Trotz der eingehenden Forschung, die heute auf den modernen Vogelwarten erfolgt und die unsere Kenntnis von den Zugstraßen, den Daten der Ankunft im Frühjahr und des Fortzuges im Herbst, der Lage der Winterquartiere und von der Schnelligkeit des Wanderfluges in hohem Maße bereichert hat, sind doch manche Fragen in dem schwierigen Problem des Vogelzuges noch ungeklärt. So können wir uns z. B. keine Vorstellung davon machen, wie die Vögel den Weg in die weit entfernte Winterherberge, der oft fast den halben Erdkreis umfaßt, finden. Bei den Vogelarten, die gesellig ziehen, ergibt sich die Lösung dieser Frage gewissermaßen von selbst, wenn man annimmt, daß die alten Vögel, die den Weg bereits kennen, für die jungen, noch unerfahrenen Vögel die Wegweiser sind.

Wesentlich anders liegt aber die Sache bei solchen Vögeln, welche einzeln ziehen, wie z. B. Kuckuck, Wiedehopf, Nachtschwalbe, Nachtigal und viele Raubvögel. Da sehen wir den jungen, erst einige Wochen alten Kuckuck im September seine Heimat verlassen und mit absoluter Sicherheit den ihm völlig unbekannten Weg bis in das Innere Afrikas zurücklegen.

Da er noch niemals einen Winter erlebt hat, so kann er keine Ahnung davon haben, daß in seiner Heimat eine Jahreszeit hereinbricht, in der Frost, Schnee und Hungersnot sein Leben gefährden; ebensowenig ist er sich bewußt, daß in dem entfernten Süden, dem er zustrebt, ein ewiger Frühling blüht, und er hier alle Lebensbedingungen vorfindet. Trotzdem aber macht er sich auf die Reise, deren Veranlassung und Zweck er gar nicht kennt.

Wir sehen hieraus, daß es sich nicht um eine bewußte Verstandestätigkeit, nicht um Erfahrung oder Tradition handelt, sondern daß einzig und allein ein instinktives Verhalten, das ganz reflektorisch ausgelöst wird, vorliegen kann. Daß es lediglich ein angeborener, im Frühjahr und Herbst periodisch auftretender Trieb ist, der den Zugvogel zur Wanderung treibt, geht auch daraus hervor, daß der gefangene Vogel im Käfig zur Zugzeit von einer großen Unruhe befallen wird, die so lange anhält, bis die Artgenossen draußen in der Natur ihr Reiseziel erreicht haben. Selbst nach jahrelanger Gefangenschaft tritt

immer wieder diese periodische Unruhe auf, obwohl der Vogel doch längst die Erfahrung gesammelt haben sollte, daß im geheizten Zimmer bei gefülltem Futternapf keine Winternot sich geltend macht. Hier zeigt sich so recht, wie im Seelenleben des Tieres das unbewußte und reflektorische Handeln im Vordergrund steht, und wie wenig von Urteilskraft und Denkfähigkeit, die der Laie so gern den Tieren beilegt, die Rede sein kann.

Wenn aber der Vogel lediglich durch einen angeborenen Trieb zum Ziehen veranlaßt wird, so kann man auch annehmen, daß die Ausführung des Wanderfluges ebenfalls rein instinktiv und mechanisch erfolgt.

Ob und in welcher Weise äußere Einflüsse für die Auslösung dieses Instinktes zur Geltung kommen, können wir vorläufig nicht mit Sicherheit sagen. Soviel steht jedoch fest, daß die Witterung nicht ohne Bedeutung für den Vogelzug ist; daß sie aber für die Richtung des Fluges ausschlaggebend ist, läßt sich nicht nachweisen.

Regen, Nebel und starker Wind veranlassen die Wanderer ihre Reise einzustellen; heiteres, trockenes Wetter begünstigt den Zug in hohem Maße. Da aber die meteorologischen Verhältnisse überaus verschieden und wechselnd sind, so läßt sich die Annahme, daß die barometrischen Maxima und Minima die Richtlinien des Vogelzuges sind, nicht gut aufrecht erhalten.

Ebensowenig können die Wärmeverhältnisse in Betracht gezogen werden; denn auch diese unterliegen nicht unerheblichen, dauernden Schwankungen, so daß es nicht zutrifft, daß der Vogel auf seinem Herbstzug nach Süden beständig einer wärmeren Temperatur entgegeneilt. Für den Frühjahrszug, wo der Vogel von Süden nach Norden fliegt, würde diese Theorie überhaupt nicht passen.

Wenn diese rein theoretischen Erwägungen uns nicht die Überzeugung geben, daß die Richtung des Vogelzuges allein von den meteorologischen Verhältnissen bedingt wird, so weisen andererseits die im Herbst beobachteten, vorübergehenden Rückzugerscheinungen, d. h. eine zeitweilig auftretende nördliche, anstatt südliche Flugrichtung, darauf hin, daß doch ein gewisser Zusammenhang zwischen Zugrichtung und Witterung besteht, der aber anscheinend nicht die große und ausschlaggebende Bedeutung hat, die man ihr zuzulegen geneigt ist.

Die einfachste Erklärung für die Frage nach dem Pfadfinden des Zugvogels scheint mir die zu sein, daß man hierin ebenso wie in dem Wandetrieb eine angeborene, rein mechanisch zur Gel-

tung kommende Seelenfunktion erblickt, die zwar durch äußere Reize vorübergehend beeinflusst werden kann, im wesentlichen aber sich gesetzmäßig vollzieht.

Eine andere viel umstrittene Frage im Problem des Vogelzuges ist die Höhe, in der die Vögel ihre Wanderungen ausführen.

Gätke, der in der Mitte des vorigen Jahrhunderts auf Helgoland den Vogelzug eingehend studiert hat, war der Ansicht, daß die meisten Vögel besonders bei klarem, windstillen Wetter in unermesslichen Höhen ziehen, in denen sie der Wahrnehmung des menschlichen Auges vollkommen entrückt sind. In seinem Werke Die Vogelwarte Helgoland spricht er von Höhen von 5000 bis 12 000 m.

Gätke gelangte zu dieser Anschauung auf Grund praktischer Erfahrungen. So schätzte er die Höhe, in der er ziehende Sperber als winzige Staubkörnchen über Helgoland erscheinen sah, auf 3000 m, die Höhe eines als Punkt in den Wolken verschwindenden Bussards auf 3000 bis 4000 m, eines Kranichs unter derselben Bedingung auf 5—6000 m, die Höhe ziehender Krähen und Brachvögel, die noch eben als Punkte erkennbar waren, auf 3—5000 m. Auf diese Schätzungen baute Gätke seine Theorie von der großen Zughöhe auf und meinte, daß viele Vögel häufig in noch höheren Regionen wandern, die er auf etwa 10 000 m und noch darüber veranschlagen zu dürfen glaubte.

Viele Ornithologen schlossen sich der Gätkeschen Ansicht an, die daher in der Literatur eine weite Verbreitung gefunden hat; andere dagegen hegten wohl Zweifel, ohne aber neue Beweise für oder wider diese Theorie anzuführen.

In der Hoffnung, für die Frage nach der Höhe des Vogelzuges neues Material zu erbringen, wandte ich mich vor einer Reihe von Jahren an die Luftschiffer mit der Bitte, ornithologische Beobachtungen auf ihren Ballonfahrten, besonders auf den wissenschaftlichen Hochfahrten, auszuführen. Aus diesen Beobachtungen hat sich ergeben, daß die Grenze für die Höhe des Vogelfluges im allgemeinen in 400 m relativer Höhe angenommen werden kann. In größeren Höhen, besonders über 1000 m, sind nur ausnahmsweise in ganz vereinzelt Fällen von den Luftschiffern Vögel angetroffen worden. So wurde einmal eine Lerche in 1900 m Höhe gesehen, die sich aber nicht auf dem Zuge befand, da ja die Lerchen gesellig wandern, sondern wohl nur vorübergehend zu dieser Höhe emporgestiegen war und daher für unsere Frage nach der Höhe des Vogelzuges nicht in Betracht kommt.

Nach Süring ist die größte Höhe, in der er auf 100 wissenschaftlichen Ballonfahrten Vögel antraf, 1400 m, und zwar handelt es sich um einen Flug Krähen.

Dies negative Ergebnis spricht jedenfalls gegen die Richtigkeit der Gätkeschen Annahme von der großen Zughöhe in vielen tausend Metern.

Gegen die aeronautischen Beobachtungen hat man den Einwand erhoben, daß die Vögel dem Ballon, den sie vielleicht für einen großen Raubvogel halten, aus Furcht schon von weitem ausweichen und daher verhältnismäßig selten von den Luftschiffern bemerkt werden. Dieser Einwand wird jedoch durch ein sehr interessantes Erlebnis, das mir vor einigen Jahren auf der Vogelwarte Rossitten gelegentlich meiner Vogelzugstudien begegnete, widerlegt. An einem guten Zugtag, an dem Tausende und Abertausende Vögel verschiedener Arten über die Nehrung südwärts zogen, erschien plötzlich ein Zeppelinluftschiff, das seinen Kurs der Nehrung entlang von Süden nach Norden nahm und mitten durch die wandernden Vögel hindurchfuhr. Diese ließen sich weder durch den Anblick des Luftschiffs noch durch das laute Propellergeräusch stören, sondern setzten unbekümmert um die eigenartige Erscheinung ihre Reise fort, ohne auch nur im geringsten die Flugrichtung zu ändern. Dies entspricht auch völlig dem sonstigen Verhalten der Vögel auf dem Zuge, deren übrige Instinkte, wie Nahrungserwerb, Selbsterhaltungstrieb, Furcht und Fluchtreflex, durch den gewaltig zur Geltung kommenden Wandertrieb vollständig ausgeschaltet zu sein schienen. So konnte ich in Rossitten wiederholt beobachten, wie ein Schwarm Wildtauben dicht neben einem Wanderfalken dahinflog, ohne die geringste Angst vor dem sonst so gefürchteten Feinde zu zeigen, der, ebenfalls auf der Wanderschaft begriffen, auch seinerseits von den Tauben keine Notiz nahm.

Einen wichtigen Einfluß auf die Höhe des Vogelzuges übt die Bewölkung aus. Über den Wolken, also außer Sicht der Erde, sind mit Ausnahme eines einzigen Falles, der eine Taube betrifft, von den Luftschiffern niemals Vögel beobachtet worden. Diese Taube erschien bei starkem Nebel in 300 m Höhe plötzlich am Ballon, setzte sich auf den Korbrand und verweilte hier so lange, bis beim Abstieg die Erde wieder sichtbar wurde. Sie hatte sich offenbar in dem sehr niedrig liegenden Nebel verirrt. Vögel, die ich auf Ballonfahrten über den Wolken aussetzen ließ, nahmen entweder auf dem Ballon Platz oder umkreisten ihn so lange, bis sie die Erde unter sich sahen.

Eine Heidelerche, die in 3000 m Höhe über dichten Wolken freigelassen wurde, hielt sich dauernd in der Nähe des Ballons auf. Als aber durch einen in der Wolkenschicht entstandenen Riß die Erde sichtbar wurde, da flog sie sofort durch diesen Wolkenspalt zur Erde nieder. Ebenso verhielten sich andere Vögel, mit denen der Versuch wiederholt wurde. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, daß die Vögel im allgemeinen sich nicht aus freien Stücken außerhalb der Sehweite von der Erdoberfläche entfernen. Die unterste Wolkenschicht wird also die Grenze für die Höhe des Vogelzuges bilden.

Die Richtigkeit dieses Grundsatzes wird durch

folgende Beobachtungen bestätigt: In dem engen Odertal bei Lauterberg im Harz traf ich im Herbst eine große Schar Rauchschwalben an, die sich zum Fortzug sammelten. Es war ein klarer Morgen, und die Vögel übten in der gewohnten Höhe von einigen hundert Metern, dem Auge des Beschauers nur als Punkte wahrnehmbar, ihre Flugkünste aus. Plötzlich zog von Westen eine starke, sehr tief liegende Wolkenschicht herauf, die die Landschaft allmählich in Nebel hüllte. Nun konnte man wahrnehmen, wie die Schwalben dort, wo sie im Bereich der Bewölkung waren, niedrig über den Erdboden dahinstrichen, während sie da, wo noch klarer Himmel war, nach wie vor hoch flogen, und wie letztere durch die vorrückenden Wolken ebenfalls zur Erde herabgedrückt wurden.

Der andere Fall betrifft eine Beobachtung des Leiters der Vogelwarte Rossitten. Prof. *Thiennemann* schreibt in seinem IV. Jahresbericht unter dem 3. April: „Ein sehr interessanter, instruktiver und für den Vogelzug kritischer Tag. Krähen, Stare, Finkenvögel, Drosseln, Lerchen ziehen schon von 7 Uhr früh an in großer Hast nach Norden. Zughöhe etwa 80—100 m. Um $\frac{1}{2}$ 10 Uhr früh tritt Nebel ein; je dichter er wird, um so niedriger kommen die Vögel zur Erde herab. Gegen 10 Uhr hat der Nebel den Grad 2 erreicht, d. h. Gegenstände von mehr als 100 m Entfernung sind in horizontaler Richtung nicht mehr zu erkennen. Der Zug hört auf. Gegen Mittag ist die Luft wieder klar, die Sonne scheint, und der Vogelzug setzt wieder ein, wenn auch nicht mit solcher Mächtigkeit wie am Morgen. Die Vogelscharen sind also durch den Nebel immer mehr zur Erde, die sie nicht aus dem Gesicht verlieren wollten, herabgedrückt worden.“

Alle diese Erfahrungen sprechen dagegen, daß die Vögel auf ihren Wanderungen so große Höhen aufsuchen, in denen sie die Erdoberfläche nicht mehr sehen können.

Außer der Bewölkung sind ferner Richtung und Stärke des Windes für die Höhe des Vogelzuges maßgebend. Als frei in der Luft schwebender Körper wird der fliegende Vogel vom Winde getrieben. Infolgedessen ist für ihn der Flug mit dem Winde der leichteste und bequemste, der Flug gegen den Wind der schwierigste und anstrengendste; denn im ersteren Falle braucht der Vogel nur ein geringes Maß von Eigengeschwindigkeit zu entfalten, im letzteren Falle dagegen kommt er nur um so viel vorwärts, als die Eigengeschwindigkeit die Windstärke übertrifft. Infolgedessen gehen bei starkem Gegenwind die Zugvögel tiefer zur Erde herab, um die durch die Reibung an der Erdoberfläche verminderte Kraft des Windes auszunutzen.

Ich habe solche Fälle auf der Vogelwarte Rossitten wiederholt beobachten können. Die Vögel streichen dann häufig so niedrig über den Erd-

boden, daß sie die Dünenformation, sogar nur geringe Erhebungen, ausfliegen.

Die Vögel werden auf dem Zuge jedenfalls bestrebt sein, eine Höhe aufzusuchen, in der sie mit günstigem Winde fliegen können, wobei freilich durch die Bewölkung der willkürlichen Wahl der Höhe eine Grenze gesetzt wird. Windrichtung und Windstärke zeigen bekanntlich öfters schon in geringen Höhenunterschieden von einigen hundert Metern erhebliche Schwankungen, so daß also die Vögel gar nicht zu bedeutenden Höhen aufzusteigen brauchen, um günstigen Wind zu erlangen.

In meteorologischer Beziehung sind zwei weitere Momente zu berücksichtigen, die die Theorie von der großen Zughöhe völlig unhaltbar machen; es sind dies der Luftdruck und die Temperatur. Durch die wissenschaftlichen Ballonfahrten ist festgestellt, daß in 5000 m Höhe eine Mitteltemperatur von -20°C und ein Luftdruck von nur einer halben Atmosphäre herrschen, die sich in 7000 m Höhe bereits auf -33°C und 298 mm verringern. Nach Gätkescher Ansicht sind aber 5000 und 7000 m noch gar keine so großen Höhen für die wandernden Vögel, deren Zugstraßen er in 10—12 000 m sucht, eine Höhe, in der jedes organische Leben unter dem Einfluß der ungeheuren Kälte und des geringen Luftdrucks sofort erstarrt. Wenn der Vogel in solchen Höhen seine Wanderung ausführen würde, dann müßte er geradezu eine doppelte Organisation haben, die ihn einmal den auf der Erdoberfläche herrschenden atmosphärischen Verhältnissen anpaßt und ihn außerdem befähigt, sich auf die gänzlich anderen Bedingungen, die in jenen gewaltigen Höhen herrschen, vorübergehend einzustellen. Nichts deutet aber in der Organisation des Vogelkörpers auf eine derartige Fähigkeit hin; im Gegenteil, es sind die Vögel, wie auf experimentellem Wege nachgewiesen ist, gegen Luftdruckverminderung überaus empfindlich, sogar empfindlicher als die Säugetiere, denen der Aufenthalt im Luftmeer versagt ist.

Nach den Versuchen des französischen Physiologen *Paul Bert* zeigte eine Lachmöve bereits unter einem Luftdruck von 348 mm und ein Turmfalke bei 278 mm krankhafte Erscheinungen. Die Möve starb unter 188 mm, der Falke unter 178 mm Luftdruck, während Kaninchen erst bei 160 mm die ersten Anzeichen von Schwäche verrieten und Hunde erst unter 100 mm, einzelne sogar erst unter 80 mm Luftdruck verendeten.

Die Versuche *Paul Berts* haben ferner ergeben, daß die Widerstandsfähigkeit der Tiere gegen Verminderung des Luftdrucks durch gleichzeitige Temperaturabnahme noch wesentlich beeinträchtigt wird, weil in verdünnter Luft das Vermögen, den zum Leben notwendigen Sauerstoff aus der Atmosphäre herauszuziehen, durch den Einfluß der Kälte herabgesetzt wird. Dieser Umstand ist für die Frage nach der Höhe des Vogelzuges überaus wichtig; denn in großen

Höhen macht sich zugleich mit einer Verminderung des Luftdrucks auch eine sehr erhebliche Abnahme der Temperatur bemerkbar, so daß ein längeres Verweilen der Vögel in Höhen von vielen tausend Metern völlig ausgeschlossen erscheinen muß.

Gegen die Bertschen Versuche hat man den Einwand erhoben, daß die Verhältnisse für den im freien Luftraum schwebenden Vogel wesentlich andere seien, als für den Vogel im geschlossenen Raum unter der Einwirkung der Luftpumpe. Durch die Geschwindigkeit des Fliegens soll vor dem Vogel eine Luftmenge angestaut werden, die gewissermaßen ein Luftreservoir darstellt, das den Vogel auch in der verdünnten Luft größerer Höhen mit dem notwendigen Sauerstoff versorgt. Wenn man aber die kegelförmige Gestalt des Vogelkörpers und besonders den vorn zugespitzten Schnabel in Erwägung zieht, so erscheint die Anhäufung einer größeren Luftmenge vor dem Vogel nicht denkbar. Außerdem aber bleibt die von Bert festgestellte schädliche Einwirkung der Kälte auf die Atmung in verdünnter Luft bestehen, so daß also eine Luftanhäufung, selbst wenn sie wirklich vorhanden wäre, nur geringen Nutzen haben würde.

Als Beweis für die Richtigkeit der Hypothese von der großen Zughöhe hat man die Tatsache angeführt, daß bei astronomischen Beobachtungen Vögel im Fernrohr gesehen worden sind, deren Höhe man auf viele tausend Meter veranschlagt hat. Hierüber hat der Astronom *Spill* in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift (Jahrgang 1907, Nr. 19) ausführlich berichtet. Er gibt für Kraniche, die er im Fernrohr vorüberfliegen sah, eine Höhe von 7894 m, für Kuckucke von 7507 m, für Eulen von 4620 m und für Regenpfeifer von 4249 m an. Seinen Berechnungen legt *Spill* die Linearausdehnung (Spannweite und Länge) der Vogelart und die im Fernrohr geschätzte Winkelausdehnung zugrunde. Die Voraussetzungen, die hierbei gemacht sind, erscheinen aber unzulässig und unwahrscheinlich, denn in den wenigen Sekunden, in denen man die Vögel im Fernrohr an der Sonnen- oder Mondscheibe vorüberfliegen sieht, nicht nur die Vogelart, sondern auch die scheinbare Größe richtig zu bestimmen, ist kaum ausführbar, zumal sich bei diesen großen Entfernungen die Richtung des Fluges zum Visionsradius, die doch für die Berechnung der scheinbaren Größe in Betracht gezogen werden muß, nicht genau abschätzen läßt. Die Fehlerquellen dieses Verfahrens sind also außerordentlich groß. Ein Irrtum in der Schätzung der Vogelart und der scheinbaren Größe macht aber, wie *Spill* selbst zugibt, alle Berechnungen illusorisch. Daß auch *Spill* mancher Irrtum bei seinen Berechnungen untergelaufen ist, zeigt die Flughöhe von 4620 m, die er für Eulen angibt, und die mit der Lebensweise dieser Vögel, die vorzugsweise Standvögel sind, auf der Nahrungssuche dicht über dem Erdboden

streichen und überhaupt ungern weite Strecken im freien, offenen Gelände überfliegen, durchaus nicht in Einklang zu bringen und nur auf einen Fehler bei der Beobachtung zurückzuführen ist.

Die Fernrohrbeobachtungen können daher nicht als ein zuverlässiges Mittel für die Ermittlung der Höhe des Vogelfluges angesehen werden, und man kann sie infolgedessen auch nicht als Beweismaterial für die Frage nach der Höhe des Wanderfluges verwenden.

Wir haben gesehen, daß sich zahlreiche Beweise praktischer und theoretischer Natur gegen die Hypothese von der großen Zughöhe ins Feld führen lassen. Mit diesen Erfahrungen stehen nun die Beobachtungen, die seit fast 2 Jahrzehnten auf der Vogelwarte Rossitten gemacht sind, im vollen Einklang. Aus den Berichten, die der Leiter der Vogelwarte, Prof. *Thienemann*, jährlich im Journal für Ornithologie über seine Zugbeobachtungen veröffentlicht, geht hervor, daß der Vogelzug im allgemeinen sich nur in einer Höhe von nicht mehr als 100 m bewegt. Nur an klaren, trockenen und windstillen Tagen liegen die Zugstraßen etwas höher. In diesem Fall kann man jedoch die Flugbilder größerer Vögel, wie Krähen, Raubvögel, Gänse, Kraniche, mit unbewaffnetem Auge noch gut erkennen. Es kann sich also immer nur um Höhen von einigen hundert, nicht aber um Tausende von Metern handeln. Die kleinen Singvögel, wie Rotkehlchen, Finken, Ammern und Meisen, wandern überhaupt nicht höher als etwa 30–80 m, meistens sogar noch niedriger, wobei sie im freien Dünengelände jede Deckung, wie eine Baum- oder Strauchgruppe, als Ziel- oder Rastpunkt benutzen.

Irgendeinen Anhalt, der für eine große Zughöhe sprechen könnte, geben die auf der Vogelwarte Rossitten gemachten Erfahrungen nicht. Man hat niemals Stimmen unsichtbar ziehender Vögel vernommen. Auch sind niemals Vogelscharen bemerkt worden, die sich plötzlich und unvermutet aus großen Höhen herabließen. Da die Zugvögel in der Regel in den Mittagsstunden ihre Wanderung unterbrechen, um zu rasten und auf Nahrungssuche auszugehen, so müßten an solchen Tagen, wo ein Zug in großer, von der Erde aus nicht mehr wahrnehmbarer Höhe stattfände, zur Mittagszeit zahlreiche Vögel erscheinen, was jedoch auf der Kurischen Nehrung, die eine der bedeutendsten Zugstraßen ist, noch niemals beobachtet wurde.

So weisen also auch die auf der Vogelwarte Rossitten gesammelten Erfahrungen völlig im Einklang mit den aeronautischen Beobachtungen und Versuchen darauf hin, daß die Wanderungen der Vögel nur in geringen Höhen von höchstens einigen hundert Metern, aber nicht in Höhen von Tausenden von Metern stattfinden.

Wie ich oben erwähnte, begründete *Gätke* seine Theorie von der großen Zughöhe auf seine eigenen Höhenschätzungen, die so oft in der

Literatur als Beweise für diese Hypothese angeführt werden. Es erschien mir daher notwendig, die Schätzungen *Gätkes* nachzuprüfen, und ich wandte mich zu diesem Zweck abermals an die Luftschiffer. Meine Absicht, in fliegender Stellung ausgestopfte Vögel mit einem Fesselballon aufsteigen zu lassen und die Grenzen ihrer Sichtbarkeit zu bestimmen, konnte ich vor einigen Jahren beim Königlich Preussischen Luftschifferbataillon in Tegel bei Berlin ausführen, das mir in großer Bereitwilligkeit einen Fesselballon hierfür zur Verfügung stellte.

Man kann diese Versuche freilich wesentlich einfacher gestalten, wenn man die betreffenden Objekte vor einem hellen Hintergrund aufstellt und die Entfernung, bis zu welcher sie sichtbar bleiben, festlegt. Von diesem einfachen Verfahren nahm ich aber Abstand, weil es erhebliche Fehlerquellen in sich birgt. Bekanntlich unterliegt die Sehschärfe des einzelnen Menschen je nach der Stärke der Beleuchtung bedeutenden Schwankungen. Bei schwachem Licht nimmt die Sehschärfe ab, bei steigender Beleuchtung dagegen zu, bis bei zu grellem Licht Blendung eintritt, die die Sehfähigkeit wieder herabsetzt. Der ungünstige Einfluß der Blendung kommt aber beim Sehen gegen den Himmel, wie es bei der Beobachtung des Vogelzuges der Fall ist, besonders zur Geltung. Die optischen Bedingungen sind also beim Sehen in vertikaler Richtung ganz anders und wesentlich ungünstiger als in horizontaler Richtung, wo die Blendung gar nicht oder nur in geringem Maße in Betracht kommt; infolgedessen sind Gegenstände in horizontaler Ebene auf größere Entfernungen sichtbar als in vertikaler Ebene.

Außer der Beleuchtung spielt ferner der Sehwinkel für die Sichtbarkeit eines Körpers eine große Rolle. Steht das Objekt schräg zum Beobachter, so erscheint es kleiner und ist nur auf geringere Entfernung zu erkennen. Der fliegende Vogel befindet sich aber fast stets in einer schrägen Linie zum Beobachter, so daß nicht das ganze, sondern nur das verkürzte Flugbild sichtbar ist. Aus diesem Grunde kommt das Ballonexperiment der Wirklichkeit viel näher als die Sehprobe mit einem aufgestellten Flugbilde. Unter dem Druck der Luftströmung wird der Fesselballon immer etwas seitwärts abgetrieben; außerdem erhalten die unter dem Ballon aufgehängten Vögel durch den vertikalen Luftstrom, der beim Aufstieg des Ballons erzeugt wird, eine etwas schräge Lage. Die Bedingungen sind also den Verhältnissen in der Natur außerordentlich angepaßt. Stellt man dagegen die Sichtbarkeitsgrenze eines vor einem hellen Hintergrunde aufgestellten Flugbildes, das seine volle Fläche zeigt; fest, so ermittelt man die größte Entfernung, in welcher der Vogel unter den günstigsten Bedingungen, nämlich bei Sichtbarkeit der vollen, unverkürzten Körperfläche und unter Ausschaltung der Blendung, zu erkennen ist. In der Natur, wo man

in schrägem Winkel nach oben beobachtet, liegen aber die Verhältnisse gänzlich anders, und infolgedessen kann man aus solchen Sehproben in horizontaler Richtung keine Schlüsse auf die Höhe des Vogelfluges ableiten, wie es von anderen Ornithologen geschehen ist.

Diese Gründe veranlaßten mich, meine Versuche mit Hilfe eines Fesselballons auszuführen.

Als Objekte wählte ich einen Mäusebussard (*Buteo buteo* L.), einen Sperber (*Accipiter nisus* L.) und eine Saatkrähe (*Corvus frugilegus* L.), also diejenigen Vögel, um die es sich bei den Höhenschätzungen *Gätkes* handelt, sowie einen Lämmergeier (*Gypaetus barbatus* L.).

Jeder Vogel wurde einzeln an einer 10 m langen Schnur unter dem Ballon aufgehängt, so daß man beim Betrachten durch die hohle Hand die Vögel frei gegen den Himmel schweben sah, ohne durch den Anblick des Luftschiffs beeinflusst zu werden. Das Wetter war an den Versuchstagen klar, der Himmel leicht weiß bewölkt, die Bedingungen für eine gute Beobachtung also sehr günstig.

Bei den Versuchen notierte ich:

1. die Höhe, in der die Flugbilder noch deutlich erkennbar waren,
2. die Höhe, in der der einzelne Vogel nur noch als Punkt sichtbar war,
3. die Höhe, in der die Vögel dem unbewaffneten Auge entchwanden.

Da der Fesselballon nur bis 1000 m aufsteigen vermochte, ließ sich die Sichtbarkeitsgrenze, d. h. die Höhe, in der die Objekte dem Auge entchwanden, für den Bussard und Bärtgeier nicht ermitteln. Es gelang mir jedoch später, diese fehlenden Höhenzahlen durch Berechnung festzustellen, indem ich Flugbilder dieser Vögel in 20-facher Verkleinerung anfertigte und deren Sichtbarkeitsgrenzen bestimmte.

Folgende Tabelle veranschaulicht in den ersten 3 Zahlenrubriken das Ergebnis des Ballonversuchs, ausgenommen die eingeklammerten Zahlen, die durch Berechnung ermittelt sind. Die vierte Rubrik enthält die Zahlen für die Sichtbarkeitsgrenzen der auf $\frac{1}{20}$ natürlicher Größe verkleinerten Flugbilder, die fünfte Rubrik die Höhenschätzungen *Gätkes*.

Tabelle.

Vogelart	Flugbild	Punkt	Sichtbarkeitsgrenze		Sichtbarkeitsgrenze nach Gätke
			natürliche Größe	verkleinertes Flugbild ($\frac{1}{20}$)	
Sperber	250 m	650 m	850 m	94 m	3000 m
Saatkrähe	300 "	800 "	1000 "	110 "	3000-5000 "
Bussard	600 "		(1500) ¹⁾	162 "	3600 "
Lämmergeier	900 "		(2000) ¹⁾	228 "	
Kranich					5000-6000 "

¹⁾ Durch Berechnung ermittelt.

Ein Vergleich der Sichtbarkeitsgrenzen zwischen dem natürlichen Flugbild und der 20-fachen Verkleinerung zeigt, daß ersteres zu letzterem im Verhältnis von etwa 9:1 steht. Es verhält sich also das natürliche Sperberflugbild (S) zu seiner Verkleinerung (s) wie das natürliche Flugbild der Krähe (K) zu seiner Verkleinerung (k). Die

Proportion lautet also: $\frac{S}{s} = \frac{K}{k}$, ebenso für Krähe

und Bussard: $\frac{K}{k} = \frac{B}{b}$, und für Krähe und Geier:

$$\frac{K}{k} = \frac{G}{g}$$

Setzt man in den beiden letzten Gleichungen die entsprechenden Zahlen für die Sichtbarkeitsgrenzen ein, so lassen sich die fehlenden Werte für Bussard und Bartgeier ohne weiteres berechnen. Es ist:

$$\frac{1000}{110} = \frac{B}{162}, \text{ also } B = 1470 \text{ und}$$

$$\frac{1000}{110} = \frac{G}{228}, \text{ also } G = 2070.$$

Demnach liegt die Sichtbarkeitsgrenze für den Bussard in rund 1500 m Höhe, für den Bartgeier in etwa 2000 m.

Aus den Sehproben geht hervor, daß ein Sperber in 850 m Höhe und eine Saatkrähe in 1000 m Höhe meinem Auge entwindet, während Gätke diese Vögel noch bis zu einer Höhe von 3000—5000 m erkennen will. Einen Mäusebussard glaubt Gätke bis zu einer Höhe von 3600 m mit dem bloßen Auge verfolgen zu können, während die von mir ausgeführten Sehproben eine Sichtbarkeitsgrenze von 1500 m ergeben haben. Der Kranich, den Gätke noch bis 6000 m Höhe zu sehen vermeint, läßt sich bezüglich seiner Größe wohl mit dem Bartgeier vergleichen, dessen Sichtbarkeitsgrenze nach meiner Berechnung bereits in 2000 m Höhe anzunehmen ist.

Es zeigt sich also zwischen den Augenschätzungen Gätkes und den aeronautischen Höhenmessungen und Berechnungen eine gewaltige Differenz.

Die Entfernung, bis zu welcher ein Gegenstand dem menschlichen Auge sichtbar ist, ist freilich keine konstante Größe, sondern hängt von der Sehschärfe des Beobachters ab. Infolgedessen können die von mir aufgefundenen Sichtbarkeitsgrenzen zunächst nur für meine persönliche Sehschärfe gelten, die nach den internationalen Punktproben eine fast doppelte ist.

Gätke sagt leider über seine Sehschärfe nichts, aber es ist wohl kaum anzunehmen, daß er über eine noch höhere als doppelte Sehschärfe verfügt hat und imstande gewesen wäre, so kleine Objekte, wie Sperber und Saatkrähe, auf Entfernungen von mehreren tausend Metern noch zu erkennen, wozu eine etwa 5—6-fache Sehschärfe nötig wäre, die wohl überhaupt nicht vorkommt.

Gätke hat sich offenbar erheblich geirrt und die Entfernungen weit überschätzt.

Wie wir gesehen haben, lassen sich zahlreiche Gründe theoretischer und praktischer Art gegen

die Anschauung von einer großen Höhe des Wanderfluges der Vögel anführen, dagegen keine einzige Tatsache zu ihren Gunsten. Es kann also diese Hypothese, die lediglich auf irrtümliche Höhenschätzungen ihres Urhebers aufgebaut ist, nicht mehr aufrechterhalten werden.

Nicht in unermeßlichen Höhen, wo die Abnahme des Luftdrucks und der Temperatur jedem Lebewesen von vornherein den Aufenthalt unmöglich macht, liegen die Zugstraßen der Vögel, sondern unweit der Erde, an welche die Vögel trotz ihres Flugvermögens ebenso gefesselt sind, wie alle anderen Lebewesen.

Unter dem Einfluß der Windstärke, der Windrichtung und der Bewölkung wechselt die Höhe des Fluges, indem die Wanderer bald dicht über dem Erdboden dahinfliegen, bald sich höher erheben, ohne jedoch jemals die Erdscholle aus dem Gesichtsfeld zu verlieren oder zu Regionen emporzusteigen, wo sich eine wesentliche Veränderung der atmosphärischen Verhältnisse bemerkbar macht.

Es handelt sich also bei der Höhe des Vogelzuges nicht um Tausende, sondern höchstens um einige hundert Meter, und in den meisten Fällen bewegt sich der Zug noch unter einer Höhe von 100 Metern. Wenn wir Kraniche, Wildgänse oder Störche so hoch über uns fortziehen sehen, daß wir gerade noch imstande sind, die Flugbilder zu erkennen, so dürfen wir nach meinen Sehproben und Berechnungen und unter Voraussetzung einer doppelten Sehschärfe des Beobachters diese Höhe höchstens auf etwa 900—1000 m und, wenn dieselben Vögel nur noch als Punkte erkennbar sind, auf etwa 1500—2000 m veranschlagen, was wohl überhaupt die höchsten Regionen sind, zu denen die Vögel auf ihren Wanderungen emporsteigen, und die man als niedrig bezeichnen muß im Vergleich zu der von Gätke aufgestellten Hypothese.

Über die permokarbone¹⁾ Eiszeit und ihre Sonderstellung im geologischen Klimaproblem.

Von Dr. W. R. Eckardt,

Wetterdienstleiter und I. Assistent am Meteorologischen Observatorium Essen.

In zwei Aufsätzen dieser Zeitschrift²⁾ habe ich erörtert, daß die permokarbone Eiszeit

¹⁾ Zum Unterschied von der jüngst vergangenen Eiszeit (auch diluviale Eiszeit oder Diluvialzeit genannt), die ihre kühlen Schatten hineinwirft bis in unsere Tage, hat man die an der Wende des Paläozoikums, d. h. des Altertums der Erdgeschichte, auftretende Eiszeit die permokarbone genannt, weil ihr Anfang noch in die Steinkohlenzeit (Karbonperiode), ihr Höhepunkt in die der Steinkohlenzeit folgende geologische Periode der Permformation fällt, die den Schluß des Paläozoikums bildet. Aus diesem Grunde hat man sie auch die jungpaläozoische oder dyadische Eiszeit genannt.

²⁾ 1. Über Grundlagen und Theorien der Paläoklimatologie, 2. Jahrgang 1914, Heft 9, und 2. Über die Fortschritte in der Kenntnis vom Wesen und

sich ebenso im Gefolge des um die Wende des Paläozoikums einsetzenden Gebirgsbildungsprozesses einstellte, wie die diluviale Eiszeit den mächtigen Faltungen der Erdrinde in der Tertiärzeit folgte, während die warmen Perioden der geologischen Vergangenheit nicht nur tektonisch ruhigen Zeiträumen entsprechen, sondern dem Klima der Vorzeit überhaupt ihren Stempel aufdrücken. Warme Perioden sind demnach die Regel, kühle Perioden die Ausnahmeerscheinungen in der Erdgeschichte. Kann man doch für eine ganze Anzahl von geologischen Perioden, so z. B. für das gesamte Mesozoikum¹⁾, behaupten, daß nicht einmal polare Vereisungen vorhanden waren, wo immer man auch die Pole hinverlegen mag.

Trotzdem aber kann in keiner geologischen Periode, auch nicht in der wärmsten, ein vollkommen gleichförmiges Tropenklima vom Äquator bis zu den Polen vorhanden gewesen sein. Denn bei der Kugelgestalt der Erde können zonale Klimaunterschiede nicht erst ein Merkmal der jüngsten geologischen Epochen sein: immer trafen die Sonnenstrahlen das Tropengebiet unter steilem, die Polargegenden unter flachem Winkel, und daher war stets die von der Sonne zugestrahlte Wärme, die ein Quadratmeter Land von der Sonne erhielt, abhängig von der geographischen Breite. Wenn dennoch in den warmen Erdperioden tropische Pflanzen bis in die Nähe der Polarkreise in den mildesten, begünstigsten Landstrichen ebenso wie vielfach auch große wechselwarme Reptilien vorkamen, so beweist das nur, daß die größere Gleichmäßigkeit des Erdenklimas in den warmen Perioden die in der Gegenwart vorhandene starke Akzentuierung des Tropenklimas verhinderte, und daß das Klima in höheren Breiten wenigstens insofern „tropisch“ war, als die Winter sehr mild und völlig frostfrei waren und somit einen Kosmopolitismus der damaligen Organismen ermöglichten.

Man kann demnach, wie schon *E. Philippi*²⁾ treffend bemerkt, nicht von einer Ausbildung von Klimazonen reden, die in einer gewissen Epoche eingesetzt haben soll, sondern nur von einer schärferen Herausprägung und Verstärkung bereits vorhandener Temperaturunterschiede. Eine solche mußte aber eintreten, wenn die Temperaturen aus Gründen, die übrigens durchaus auf der Erde selbst zu suchen sind, an der gesamten Erdoberfläche sich senkten, so daß sich in den höheren Breiten die Bedingungen für stärkeren Schneefall einstellen konnten. Durch die stärkere Reflexion der Schneedecke werden aber die Wintertemperaturen tief herabgedrückt, während im Frühjahr ein großer Teil der Sonnenwärme, der in schneefreien Gebieten der Erwär-

mung der Luft und des Landes zugute kommt, zum Schmelzen von Eis und Schnee verbraucht wird.

Ferner aber wird in den kühlen Erdperioden von den höheren Breiten, insbesondere von den vereisten Polarzonen aus, der Weltozean nicht nur auf großen Teilen seiner Oberfläche, sondern auch in seiner gesamten Tiefe abgekühlt, so daß schließlich auch die Tropen auf Umwegen (durch kalte Auftriebswässer) nicht unbeeinflusst bleiben von den Wirkungen der polaren Kälte. Wenn dagegen die Bedingungen für die Entstehung größerer Eismassen an den Polen fehlen, muß sich auch der Weltozean erwärmen und somit sein abkühlender Einfluß fortfallen: er wird im Gegenteil sogar zu einem Wärmespeicher für die höheren Breiten, zumal wenn wir bedenken, daß, wenn ein geringer Anstoß zur Erhöhung der Temperatur gegeben ist, die weitere Steigerung etwa im Quadrat der ursprünglichen Bewegungsgeschwindigkeit erfolgt. Daher die milden Klimate der höheren Breiten in den warmen Perioden, die, wie gesagt, die Regel für die Vergangenheit der Erde sind. Darin ist aber auch die Tatsache begründet, daß roter Tiefseeton unter den Sedimenten der Erde so selten ist. Denn er kann sich nur unter dem oxydierenden Einfluß der kalten Tiefenwässer bilden, die ihrerseits wiederum nur dann existieren können, wenn die Polargebiete vereist sind. Bis in die Tiefen weit entlegener Meere hin macht sich demnach der Einfluß der polaren Eispanzer bemerkbar; ja, es gibt wohl kaum eine Erdstelle, die nicht von irgend welchen Einflüssen der Abkühlung zur Zeit der großen Vereisungen betroffen worden wäre, wenn wir sie jetzt auch noch nicht immer einwandfrei nachweisen können. Am auffälligsten ist dieser Einfluß wohl in subtropischen Breiten an den Westküsten der Kontinente, wo die ablandigen Passate das kalte Tiefenwasser an die Oberfläche befördern. In den warmen Erdperioden dagegen konnte in diesen Gegenden keine derartige negative Temperaturanomalie vorhanden sein.

Jede stärkere Abkühlung des irdischen Klimas muß sich nun zuerst und am deutlichsten stets an den Polen oder doch an klimatisch sehr ungünstigen Stellen in nicht allzu weiter Entfernung von diesen zeigen. Es ist daher ausgeschlossen, daß jemals auf der Erde eine Abkühlung, die zur Bildung großer Binnenlandeismassen, deren Enden zum Teil ins Meer kalben, führen mußte, in den Tropen oder gar in den trockenen Passatzonen ihren Anfang hätte nehmen oder auf diese beschränkt bleiben können, während die höheren Breiten überhaupt nicht merklich von jener Abkühlung betroffen worden wären. Auch wäre es gar nicht einzusehen, warum sich gerade die Tropen abgekühlt haben sollten bis zu einem Klima mit schneeigen Niederschlägen selbst in manchen Teilen der Niederungen, während doch die Polargegenden gar nicht kalt gewesen wären, also auch den Ozean gar nicht stärker hätten abkühlen können. Eine tropische Vergletscherung nach

Klima der diluvialen Eiszeit, 4. Jahrgang 1916, Heft 33.

¹⁾ Mesozoikum = Mittelalter der Erdgeschichte.

²⁾ Über einige paläoklimatische Probleme. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Beilageband 29, 1910.

Analogie der polaren Vereisungen mit zu gewissen Zeiten des Jahres tief unter dem Gefrierpunkt liegenden Temperaturen, wie es in den permokarbonen Gletschergebieten zum Teil selbst im Meeresniveau der Fall gewesen war, ist aber, wie v. Kerner selbst bemerkt, bei der heute der Erde von der Sonne zugestrahlten Wärmemenge undenkbar¹⁾. Denn um unter den gegenwärtigen geographischen Verhältnissen auf einem so ungeheuren Gebiete große Inlandeismassen, die selbst innerhalb der Wendekreise stellenweise unter Begleitung starker Frosterscheinungen²⁾ das Meer erreichten, ins Dasein zu rufen, müßte die heutige Schneegrenze vielfach über 3000 m herabgesenkt werden, so daß nur wenige Teile der Erdoberfläche einer allgemein werdenden Vereisung entgegen würden. In der Permokarbonzeit aber hätte das erst recht der Fall sein müssen. Ziemlich allgemein, mit wenigen Ausnahmen, betrachtet man, wie auch Semper³⁾ bemerkt, die permokarbonen Gletscherherde zwar als hochliegende Landschaften, und die Tektonik der nach der Richtung des Eisschubs als Herd in Betracht kommenden Gebiete verleiht dieser Annahme eine Stütze, so daß man es dann jedenfalls in Indien und Australien mit einem relativ steilen Gefälle der Gletscherbahn, mit rasch vorwärtsgeprägten Eismassen und demnach auch mit reichlichen Niederschlägen auf den speisenden Firnfeldern zu tun hatte. Das hat zweifellos für die Entstehung einer Anzahl permokarbonischer Eisherde auch seine Gültigkeit. Allein es dürfte sicher sein, daß ein anderer großer Teil der permokarbonen Gletschergebiete nicht nur zum Teil in den Küstengebieten, sondern auch auf weiten Strecken des Binnenlandes in nur geringer Meereshöhe lag, weil eben die Aussichten, solche Moränen der älteren Perioden anzutreffen, sehr gering sind, da die überhöhten Teile der Erdrinde mit allen ihren Bergen, Tälern und Ablagerungen am ehesten der Abtragung anheimgefallen und von der Erdoberfläche verschwunden sind. Erst wenn die Moränen in tiefegelegenen Gegenden oder irgendwelchen Akkumulationsgebieten abgelagert wurden, wo sie der Abtragung nicht ausgesetzt, sondern von anderen Sedimenten überschichtet wurden, hatten sie die Aussicht, sich lange zu erhalten. Darum ist es auch, wie W. Ramsay⁴⁾ mit Recht meint, schon a priori wahrscheinlich, daß die noch existierenden glazialen Bildungen der fernliegenden geologischen Perioden von Inland-

eismassen in tiefliegenden Gegenden abgeladen sind, und eben deswegen ist ihre Beweiskraft für die Klimafrage um so größer. Zugleich ist aber auch, wie Philippi meint, denkbar, daß auch in unseren Breiten rotliegende Glazialbildungen vorhanden waren, die aber sehr bald wieder zerstört wurden. „Dies müßte sogar der Fall sein, wenn die Glazialsedimente höher gelegene Teile der Festländer bedeckten, die später keine Senkung erfuhren, oder wenn die Gebiete der jungpaläozoischen Vereisung gehoben wurden. Wenn das alpine Gebiet nicht nachträglich gesenkt wird, so werden sich von seinen ausgedehnten quartären¹⁾ und rezenten Glazialablagerungen im besten Falle geringe Reste am Südrande der Alpen erhalten. Wenn aber permisches Glazial in so großer Verbreitung besonders in niederen Breiten bekannt ist, so hat das seinen Grund darin, daß es hier durch tiefe und lang andauernde Senkungen vor frühzeitiger Zerstörung geschützt wurde.“ Jedenfalls dürften diese Senkungen mit der bedeutenden Intensität des jungpaläozoischen Gebirgsbildungsprozesses in Verbindung zu bringen sein und überdies noch eine gute Erklärungsmöglichkeit für das schnelle Schwinden der permokarbonen Schneezeit bieten, worauf wir weiter unten noch zu sprechen kommen.

„Als vor einigen Jahren der kühne Versuch gemacht wurde, auch das dunkelste der paläothermalen Probleme, die permokarbone Eiszeit, auf rein geographischem Wege zu lösen“, bemerkt v. Kerner („Das paläothermale Problem“ a. a. O. 1911), „konnte dies nach Koken's eigenem Zugeständnis nur durch mehrere superlative Voraussetzungen gelingen. Da man aber, wenn man etwas unwahrscheinlich Dünkendes glaubhaft machen will, höchstens mittlere Verhältnisse voraussetzen darf, schien jene Lösung nicht befriedigend. Wenn es nun Koken nicht wahrscheinlich machen konnte, . . . so wäre es — statt gleich wieder an hypothetische Hilfsfaktoren zu denken — das einzig Richtige gewesen, nachzuforschen, ein wie weites Hinabreichen der Gletscher nur durch veränderte geographische Verhältnisse seine Erklärung finde.“

Jeder Erklärungsversuch unter Voraussetzung mittlerer Verhältnisse muß aber beim permokarbonen Eiszeitproblem fehlschlagen, wie ich mich selbst nach einer derartigen von mir vorgenommenen und anfänglich auch Erfolg versprechenden Untersuchung²⁾ überzeugen mußte. So werden denn auch die Erwägungen hinfällig, die Woeikof³⁾ über die Möglichkeit einer teilweisen Vergletscherung tropischer Festländer, z. B. Brasiliens, anstellte, indem er die Ansicht vertritt, daß zu einer Vergletscherung niederer Breiten kalte, mit Eisbergen beladene Meeresströmungen

¹⁾ quartär = diluvial.

²⁾ W. R. Eckardt, Das Klima der permokarbonen Eiszeit, Naturwiss. Wochenschrift 1916, Nr. 10.

³⁾ Gletscher und Eiszeiten, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1881.

¹⁾ Das paläoklimatische Problem. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, Wien II, 1911, S. 285.

²⁾ Vgl. Figur Nr. 185 in J. Walther, Geschichte der Erde und des Lebens, Leipzig 1908, S. 348, bzw. Figur 7 in W. R. Eckardt, Das Klimaproblem der geologischen Vergangenheit und historischen Gegenwart, Braunschweig 1909, S. 29.

³⁾ Geologische Rundschau Bd. I., Leipzig 1910, S. 66 (Das Klimaproblem der Vorzeit).

⁴⁾ Orogenesis und Klima. Öfversigt of Finska Vetenskaps Societeten's Förhandlingar 52, 1909/1910, Aft. A No. 11, S. 25. Vgl. auch E. Philippi, Über einige paläoklimatische Probleme, a. a. O., S. 129.

in weit niedrigere Breiten vorrücken müßten, als es in der Gegenwart der Fall ist. Selbst wenn wir trotz der oben kurz begründeten Unwahrscheinlichkeit oder gar Unmöglichkeit sehr kühler Meeresströmungen, die im Permokarbon von höheren in niedere Breiten gelangten, solche als damals vorhanden annehmen wollten, so vermögen diese das Problem der Vereisung erst recht nicht zu erklären. Denn *Philippi*¹⁾ hat gegen die außer von *Woeikof*²⁾ und anderen auch von *Koken* versuchte Heranziehung kalter Meeresströme zur Erklärung der permokarbonen Eiszeit mit vollem Recht das Bedenken erhoben, daß solche Ströme auf einem benachbarten Lande die Feuchtigkeit mindern und daher eine Vergletscherung nicht fördern könnten. Daran ändert aber auch der Einwand v. *Kerners*³⁾ nur wenig, der dahin geht, daß man die beiden Hauptbedingungen einer Vereisung bis zu einem gewissen Grade getrennt betrachten dürfe. Denn als Kältequelle könne für niedrige Breiten in erster Linie doch nur ein echter polarer Meeresstrom, welcher direkt in den rücklaufenden Bogen eines von den konstanten Passatwinden verursachten subtropischen Stromkreises eintritt, in Betracht kommen, und man müsse dann eben annehmen, daß die andere der beiden Hauptbedingungen, die Luftfeuchtigkeit, auf anderem Wege herbeigebracht würde. Wie das möglich wäre, hat indessen v. *Kerner* nicht gezeigt.

Daß gewisse Teile der Tropen bei einer entsprechenden Konfiguration der Länder und Meere weit mehr als heute eine Abkühlung aus polarer Richtung in dem von *Fr. v. Kerner* angegebenen Sinne erfahren könnten, wird wohl kein Klimatologe bezweifeln. Es ist aber mehr als fraglich, ob diese Erwägung v. *Kerners* auf die permokarbone Eiszeit anwendbar ist, nachdem v. *Hann*⁴⁾, übrigens ganz in Übereinstimmung mit der oben vorgebrachten Einwendung *Philippis*, gezeigt hat, daß doch die hauptsächlichste Entwicklung der Gletscher dort zu finden ist, wo warme Meeresströmungen in relativ kalte Räume vordringen, die aber im Vergleich zu ihrer hohen Breitenlage doch noch ziemlich warm sind. Denn jedenfalls ist eine gewisse Abkühlung des Landes die Ursache der Entstehung großer Inlandeismassen, nicht die Abkühlung der Meere, die sonst den nötigen Wasserdampf nicht mehr liefern können.

Es ist daher die permokarbone Eiszeit ohne Anwendung hypothetischer Hilfsfaktoren nicht zu erklären, und zwar kämen wohl einzig und allein die Hypothesen von Polverschiebungen in Betracht.

Was zunächst die Hypothese der permokarbo-

nen Eiszeit in ihrem Verhältnis zu den *absoluten*¹⁾ Polverschiebungen anlangt, so hat bereits *Neumayr* gezeigt, daß, wie man auch immer die Erdachse drehen und wenden mag, stets verschiedene Teile des großen permokarbonen Gletschergebietes in die Äquatorialzone fallen würden; ja, man käme schließlich zu dem widersinnigsten aller Schlüsse, daß die Polargegenden damals warmes und die Äquatorialgegenden kaltes Klima gehabt hätten. Ganz anders aber ist es, wenn wir den Fall von *relativen* Polverschiebungen annehmen. Die Antipodenpunkte der drei Gebiete permokarboner Vergletscherungen fallen ins Meer: in den nördlichen und südlichen Stillen Ozean und in den nördlichen Atlantischen Ozean; sie gewähren also kein Material zur Entscheidung unserer Frage; aber im Dreieck zwischen jenen drei Antipodenpunkten liegt Land, nämlich Mittelamerika, und hier ist nicht die leiseste Spur einer permokarbonen Vergletscherung zu finden. Allein auf diese Tatsache bezugnehmend, meint daher *A. Penck*²⁾, daß die Bewegung der Erdkruste in horizontalem Sinne als eine ernsthaft in Erwägung zu ziehende Arbeitshypothese ins Auge gefaßt werden müßte, und das mit Recht!

Zwar ist der Einwand *Pencks*, daß bei einer mittleren Lage des Südpoles zwischen Südafrika, Indien und Australien der Gegenpol in Gebiete zu liegen käme, in denen bisher keinerlei Glazialerscheinungen paläozoischen Alters nachgewiesen werden konnten, nicht stichhaltig. Denn es wäre nach *Fr. v. Kerner*³⁾ sehr wohl möglich, daß manche Gebiete, deren permische Schichten keine Glazialspuren enthalten, dem damaligen Südpole näher gelegen hätten als andere, in deren gleichaltrigen Schichten Grundmoränen vorkommen. Der Gegenpol einer polaren Vergletscherung mußte nämlich nicht unbedingt ebenfalls vergletschert gewesen sein; er hätte infolge einer günstigen Konfiguration des betreffenden Gebietes sehr wohl auch eisfrei sein können. „Würde ein großer Teil des heutigen Südpolarkontinentes versinken und wären in einer kommenden Epoche nur in Grahamland, Südgeorgien und Patagonien Glazialablagerungen der Gegenwart zu beobachten, so käme der Antipodenpunkt des Zentrums dieser Vergletscherung in die Mitte eines weiten Gebietes zu liegen, dessen gleichaltrige Schichten

¹⁾ Unter absoluter Polverschiebung hat man eine einheitliche Drehung des ganzen Erdkörpers, also eine Verlagerung der Rotationsachse mit dem Erdkörper, der sich hierbei wie eine homogene Kugel verhalten würde, zu verstehen, so daß der Äquator andere Länder schneidet und die Änderungen für Antipodenpunkte entgegengesetzter Art sind, was bei einer Verschiebung der Erdkruste gegenüber dem Erdkern (*relative* Polverschiebung) nicht unbedingt erforderlich ist.

²⁾ Südafrika und die Sambesifälle, *Geograph. Zeitschr.* 1906, S. 609/610. Vgl. auch die sehr beachtenswerte Abhandlung von *A. Penck* über die Eiszeiten Australiens in *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde* zu Berlin 1900.

³⁾ „Sind Eiszeiten durch Polverschiebungen zu erklären?“ Bemerkungen zu *W. Eckardts* „Klimaproblem“, *Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt*, Wien 1909, Nr. 12.

¹⁾ Über die permische Eiszeit. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* 1908, Heft 12, S. 338/360.

²⁾ Indisches Perm und die permische Eiszeit. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* 1907, S. 446 ff. und 1908, S. 449 ff.

³⁾ Das paläoklimatische Problem. a. a. O.

⁴⁾ Handbuch der Klimatologie, 3. Aufl., 1. Bd., S. 379.

gar keine Gletscherspuren zeigen, nämlich in die Gegend von Ostsibirien. Gleichwohl wäre es dann nicht berechtigt, aus diesem Umstand den Schluß zu ziehen, daß jene Vergletscherung keine in höheren Breiten ausgedehnte gewesen sein könne.“ Und ein weiteres Beispiel führt v. Kerner¹⁾ an: „Würden uns die heutigen Verhältnisse als Zeugen einer fernerer Vergangenheit entgegentreten, und wollte man daraus, daß im Himalaya Glazialablagerungen vorhanden sind, im Werchojanskischen Gebirge aber fehlen, den Schluß ziehen, daß das letztere das vom Pol entferntere gewesen sei, so würde das sehr falsch sein.“

Dennoch scheint eine absolute Polverschiebung für das Permokarbon nicht in Frage zu kommen, sondern nur Verschiebungen der Erdkruste, also relative Polverschiebungen, und zwar vor allem wegen der ungeheuren Größe der Eiskappe, die die betreffenden Teile des Gondwanalandes hätte bedecken müssen, falls die alte Lehre vom Versinken der Landbrücken ihre Geltung behielte. Denn selbst wenn der Pol an die günstigste Stelle, nämlich mitten in den Indischen Ozean gelegt würde, so erhielten die fernsten Gebiete mit Inlandeis immer noch geographische Breiten von 30° bis 35°, so daß die Eisfelder Indiens, Südafrikas und Australiens von ihm so weit entfernt wären wie Tunis und Algier vom gegenwärtigen Nordpol. Nach der Wegenerschen Verschiebungstheorie²⁾ gestalten sich dagegen die Verhältnisse viel einfacher und natürlicher: Südamerika mit den Falklandsinseln, Vorderindien und Australien mit Neuseeland rücken konzentrisch auf Südafrika zusammen. Messen wir dann auf dem rekonstruierten Urkontinent die Abstände der permischen Glazialfunde voneinander, so wird die größte derartige Entfernung, d. h. der vorläufig größte Durchmesser der permischen Inlandeiskappe 60° bis 70°, also viel geringer als der der diluvialen Eisbedeckung der Nordhalbkugel, wenn man den nördlichen Teil des nordatlantischen Ozeans als Glazialgebiet mitrechnet. „Und auch der Nordpol“, fährt A. Wegener fort, „macht jetzt keine Schwierigkeiten; denn wenn der Südpol inmitten seiner Glazialerscheinungen, also in Südafrika, etwa 70° von seinem heutigen Ort entfernt angenommen wird, so fällt der Nordpol auf heute 20° Nordbreite mitten in den auch im Mesozoikum bereits bestehenden Pazifischen Ozean, wo er keine Glazialablagerungen erzeugen kann.“ Wenn auch aus hier nicht näher zu erörternden Gründen Wegener mit Annahme solch. gewaltiger Verschiebungen (wenigstens in bezug auf die von ihm zum Vergleich herangezogenen und ebenfalls mit Hilfe der Verschiebungstheorie erklärten diluvialen Verhältnisse der Nordlandhalbkugel, die Wegener durch die Annahme zu vereinfachen

sucht, daß zur diluvialen Eiszeit Nordamerika noch dicht an Nordeuropa angelehnt gewesen sei, um sich später westwärts zu verschieben) unter Umständen nicht das Richtige treffen sollte, so gebührt ihm doch das Verdienst, durch die sehr wahrscheinliche Annahme von großen Verschiebungen der Erdkruste und deren Begründung bis jetzt den plausibelsten Erklärungsversuch für die permokarbene Eiszeit gegeben zu haben. Dadurch, daß die geographischen Verhältnisse des Permokarbons durch den Gegensatz eines nördlichen und eines südlichen Kontinents bestimmt werden, wird für diese Epoche, wie Semper³⁾ bemerkt, „das Scheinbild gürtelförmiger Provinzen hervorgerufen, die eine mit der Glossopterisflora, die andere mit der Lepidodendrenflora“ (Steinkohlenflora). Wenn nun auch bei der Glossopterisflora — und ebenso bei den permokarbonen Vergletscherungen — der Anschein zonarer Abgrenzung schwindet, sobald man, wie Semper mit Recht meint, auch auf die kleineren und zerstreuteren Vorkommnisse Rücksicht nimmt, so leuchtet doch dem Klimatologen ohne weiteres ein, daß die beiden genannten Provinzen, d. h. eine sehr milde Nordhalbkugel und eine bis tief in die tropischen Niederungen hinein vergletscherte Südhalbkugel, klimatisch nebeneinander undenkbar sind, so daß zur Erklärung der eigentümlichen Klimaverhältnisse jener Zeit die Zuhilfenahme der Verschiebungshypothese unumgänglich ist. Daran vermag auch die Erwägung nichts zu ändern, daß die Verschiebungshypothese im Sinne Wegeners, wie die Hypothesen von Polverschiebungen überhaupt, für die Geologie und Paläoklimatologie heute noch nicht das sind, was man, streng genommen, unter „Arbeitshypothese“ („working hypotheses“) zu verstehen hat.

Über die von H. v. Staff²⁾ aufgestellte Forderung, daß die Verteilung der Fusulinenfunde³⁾ auf der Erde sich nach Lage und Alter ebensowohl der Annahme einer Polverlagerung als einer allgemeinen Eiszeit widersetze, daß vielmehr das Klima auch während der permokarbonen Eiszeit keine sehr bedeutende Herabsetzung der Temperatur erfuhr, wollen wir an dieser Stelle kein eingehenderes Urteil fällen, da die allgemeinen Forschungsergebnisse noch nicht soweit gediehen sind. Es sei nur hervorgehoben, daß H. v. Staff bei seiner Beweisführung die Hypothese der bekannten absoluten Polverschiebung (Pollagen in der Mitte des Indischen Ozeans und in der Gegend von Mexiko) im Auge hatte. Immerhin würde die Hypothese von H. v. Staff sehr gut mit der An-

¹⁾ Die extremen thermischen Anomalien auf der Nordhemisphäre und ihre Bedeutung für die Frage der geologischen Polverschiebungen, Met. Zeitschr. 1909, Heft 10.

²⁾ A. Wegener, Die Entstehung der Kontinente und Ozeane, Sammlung Vieweg, Braunschweig 1915.

¹⁾ Vgl. den Artikel Sempers „Paläoklimatologie“ im Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 7. Bd., Jena 1912 sowie Semper, Das Klimaproblem der Vorzeit (Sammelreferat), Geologische Rundschau I, 1910.

²⁾ Zur Entwicklung der Fusuliniden, Centralblatt für Mineralogie, Geologie u. Paläontologie 1908, Nr. 22.

³⁾ Die einen typischen Bestandteil der karbonischen und permischen Meeresfauna ausmachende Gattung *Fusulina* besteht aus einer gekammerten, dünnen Platte, die zu einer Spindel zusammengerollt ist und so einem Getreidekorn ähnlich sieht.

nahme in Einklang zu bringen sein, daß die permokarbonen Gletschergebiete nicht unbedingt in der Polarzone zu liegen brauchten, zum mindesten aber im allgemeinen keine erhebliche Abkühlung der Meere bewirkt hätten, wie die Eismassen von heute oder gar die diluvialen. Jedenfalls ist so viel sicher, daß sich die Ansicht *H. v. Staffs* weit besser mit der Wegenerschen Verschiebungstheorie verträgt, als mit der Hypothese einer absoluten Polverlagerung.

Was die *Glossopteris*flora (so genannt nach der für die damalige Zeit charakteristischen Farn-gattung *Glossopteris* mit ihren langen, zungenförmigen Wedeln) in ihrer Beziehung zum Klima der permokarbonen Eiszeit anlangt, so spricht der ganze Habitus ihres Blatt- und Holzbaues nicht dafür, daß sie in einem einstigen rauen Klima wuchs, denn vor allem fehlt den Stämmen im allgemeinen die Jahresringbildung; nur ausnahmsweise wurde sie nach den trefflichen Untersuchungen *Gothans*¹⁾ von den Nachwehen der Eiszeit noch berührt, so daß es zur Jahresringbildung kam. Die *Glossopteris*flora muß demnach unter ganz ähnlichen klimatischen, d. h. eben mindestens stark ozeanischen Verhältnissen aufgewachsen sein, wie die echte Steinkohlenflora. Mit Sicherheit können wir daher annehmen, daß die *Glossopteris*flora im allgemeinen erst nach dem Zurückweichen des Eises die Moränenlandschaften besiedelt hat. Zu einer genaueren Feststellung engerer Beziehungen dieser Flora zum Klima reichen die bisher gemachten Funde noch nicht aus. Immerhin läßt sich mit Gewißheit sagen, daß die *Glossopteris*flora nicht die eines sehr kühlen oder gar glazialen Klimas war, schon weil sie bei ihrem Vorrücken auf die Nordhalbkugel den Tropengürtel überschreiten mußte und überschritten hat. Dagegen kann, wie *Handlirsch*²⁾ aus den zur Permokarbonzeit entstandenen Insektenformen mit gänzlicher Verwandlung (Holo-metabolie) gezeigt hat, im Vergleich zur Steinkohlenzeit eine deutlichere Abkühlung des Klimas nachgewiesen werden.

Wie wir uns aber auch die Lage des vielfach vergletscherten Südkontinentes zu den Polen im Permokarbon vorstellen, so ist jedenfalls das sehr wahrscheinlich, daß das Auftreten der permokarbonen Vereisungen auch in ziemlich polfernen, jedoch nicht äquatorialen Gegenden möglich war, und daß die teilweise bis an das Meeresniveau reichende Gletscherausdehnung selbst in relativ niederen Breiten damit im Zusammenhang stehen könnte, daß die den permokarbonen Gletscher-

anhäufungen vorausgegangenen Gebirgsbildungen weit breitere Zonen umfaßten als die tertiären Faltungen, die der diluvialen Eiszeit vorangingen. In Übereinstimmung damit darf aber, wie *W. Ramsay* meint³⁾, vielleicht vorausgesetzt werden, daß die Verschiebungen und Zerbrechungen in der Erdkruste und die Deformation der Erdoberfläche damals viel größer waren als bei dem tertiären Gebirgsbildungsprozeß.

Bei dieser Gelegenheit sei es noch gestattet, eine kritische Bemerkung über die paläoklimatologische Forschung auf geographischer Grundlage einzuschalten. Diese deduktive Methode in der Paläoklimatologie ist vor allem deshalb sehr wichtig, weil wir lediglich mit ihrer Hilfe den Verlauf der Windströmungen und die Temperaturverhältnisse festzustellen vermögen, und zwar durch gewisse allgemeine Grundsätze über Verteilung von barometrischen Tiefdruck- und Hochdruckgebieten unter der angenommenen Festland- und Meeresverteilung nach analogen heutigen Verhältnissen. Es ist aber, wie *von Kerner* selbst meint, mehr als fraglich, ob die auf Grund der ehemaligen Festlandverteilung berechnete Wärmeverteilung und die daraus abgeleiteten Formeln die Temperaturverhältnisse der höheren Breiten speziell in den warmen Epochen nicht zu ungünstig darstellen, da sie ja, „auch wenn man sie auf von den heutigen abweichende Verhältnisse anwendet, doch noch die Zustände der Gegenwart widerspiegeln“, d. h. eben die winterlichen Effekte der großen Vereisungen der höheren Breiten in der Gegenwart. Das ist aber zweifellos der Fall!

Die an sich durchaus berechtigte Ansicht *v. Kerners*, daß die paläogeographischen Rekonstruktionen für die Paläoklimatologie der wichtigste Lebensquell seien, wird auch besonders von mir in jeder Beziehung geteilt. Aber ich kann die weitere Anschauung *von Kerners*, daß speziell auch die Bezwingung des Problems der jungpaläozoischen Eiszeit durch Annahme von Verschiebungen der Erdkruste „einem durch den eigenen Tod erkaufen Sieg gleiche“, nicht billigen, und zwar aus dem Grunde nicht, weil wir weder die klimatischen Verhältnisse der permokarbonen Eiszeit selbst, noch die paläogeographischen Rekonstruktionen der die Vereisungen tragenden Festlandsmassen ohne Zuhilfenahme der Hypothese von Verschiebungen nun und nimmer auch nur einigermaßen zu erklären vermögen. Erfährt doch vielmehr mit Hilfe der Wegenerschen Verschiebungstheorie das permokarbone Glazialproblem sogar eine sehr plausible Vereinfachung in dieser Beziehung dadurch, daß die Reste des nach alten Hypothesen größtenteils versunkenen Gondwanalandes einfach zusammenrücken und in höhere Breiten zu liegen kommen. Damit wird aber auch gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit ziemlich groß, daß die permokarbonen Vereisungen ebenso im wesentlichen gleichzeitig waren, wie die diluvialen. Das muß man aber schon z. T. auch

¹⁾ Die Frage der Klimadifferenzierung im Jura und in der Kreideformation im Lichte paläobotanischer Tatsachen, Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt 1908, Bd. 29, Teil II, Heft 2 sowie den Aufsatz: Die Jahresringlosigkeit der paläozoischen Bäume und die Bedeutung dieser Erscheinung für die Beurteilung des Klimas dieser Perioden, Nat. Wochenschrift N. F., Bd. 10, Nr. 28 (1911).

²⁾ Beiträge zur exakten Biologie, Sitzungsber. d. Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Math.-naturwiss. Kl., Bd. 122, Hd. I, März 1913.

³⁾ Orögenesis und Klima, a. a. O., S. 46.

aus dem Grunde annehmen, weil irgend eine bedeutendere Klimaveränderung in einem Gebiete nicht vor sich gehen kann, ohne auch in anderen Gegenden Veränderungen mit sich zu führen; man wird vielmehr die Forderung erheben, daß bei einer so bedeutenden Klimaverschlechterung, wie sie z. B. die indische und australische Vereisung bedeutet, damit Hand in Hand gehende Erscheinungen auf der ganzen Erde sich haben offenbaren müssen. Können doch, wie von *Lozinski*¹⁾ wahrscheinlich gemacht hat, die für die „Wüsten“-Bildung im Rotliegenden angeführten Merkmale auch durch eine Klimaverschlechterung in Gestalt einer Temperaturherabsetzung ihre Erklärung finden, weil zwischen Wüstenwirkung und subarktischer (subpolarer) Klimawirkung eine große Übereinstimmung hinsichtlich der Verwitterung und der unter der Wirkung des Windes stattfindenden Anhäufung des Materials besteht. In der Tat wird denn auch ein derartiger Erklärungsversuch am besten den Forderungen gerecht, die sich aus dem Klima der Südhalbkugel ergeben, ganz abgesehen davon, daß nach *Tschernyschew*²⁾ am Ostabhange des Ural Glazialgerölle vorkommen, die als Äquivalente der südhemisphärischen Vereisungen anzusehen sind.

Nach alledem bleibt für die Lösung des Problems der permokarbonen Eiszeit die Hypothese einer relativen Polverschiebung ein notwendiges Postulat, wie ich schon in einer Erwiderung an *Fr. v. Kerner* in der Meteorologischen Zeitschrift 1910, Seite 74 betont habe. Es ist nicht nur möglich, sondern auch wahrscheinlich, daß die Anwendung dieses hypothetischen Hilfsfaktors auch für ältere geologische Perioden als die permokarbonen Eiszeit nicht zu umgehen sein wird³⁾. Für die diluviale Eiszeit sowie für die warmen geologischen Perioden verliert die Hypothese von Polverschiebungen dagegen ihren Wert als Arbeitshypothese durchaus. Denn die warmen Klimate der höheren Breiten können nicht durch Polverschiebungen erklärt werden, auch wenn solche stattgefunden haben sollten, und was die diluviale Eiszeit anlangt, so ist es, wie ich, z. T. im Sinne *v. Kerners*, ausführlicher gezeigt habe⁴⁾, mehr als unwahrscheinlich, daß zu ihrer Entstehung eine Polverlagerung in irgend einer Form mit beigetragen hat. Wollten wir zur Erklärung des Klimas der zuletzt genannten geologischen Perioden Polverschiebungen mitheranziehen, so würde

im Gegensatz zu den Verhältnissen der permokarbonen Eiszeit die Lösung des Klimaproblems nicht nur nicht vereinfacht, sondern im Gegenteil erschwert und gänzlich unsicher. Schon in diesem Umstand ist die Unwahrscheinlichkeit von Polverschiebungen in jenen Perioden bis zu einem gewissen Grade begründet.

Besprechungen.

Offermann, Heinrich, Das nordwestdeutsche Erdöl-vorkommen. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1917. IV, 58 S. Preis M. 4,—.

Der Vorzug des Buches liegt zweifellos in den Analyseergebnissen, die, teils älteren, teils neuen Datums, in tabellarischer Anordnung nach den einzelnen Ölgebieten und innerhalb derselben nach Schweröl, Mittelöl und Leichtöl zusammengestellt sind und die Übereinstimmungen und die Verschiedenheiten der vielen Rohöle augenfällig in die Erscheinung rücken. Von besonderem Interesse sind diejenigen Laboratoriumsversuche, welche dazu führten, aus Wietzer Rohöl solches vom Charakter desjenigen von Hänigsen-Obershagen und aus letzterem solches vom Ölheimer Typus herzustellen und dadurch deren nahe Verwandtschaft wahrscheinlich zu machen. Der Verfasser zieht daraus auf die Wanderung des Wietzer Rohöls als des primären Muttererdöls in die anderen Erdölgebiete sowie auf die Aussichten, dort in sehr tief gelegenen Lagerstätten reiche Ölmengen anzutreffen, weitgehende Schlüsse, denen, abgesehen von den eigenartigen, klar beleuchteten Verhältnissen innerhalb des Wietzer-Steinförder Erdölgebietes selbst, vom geologischen Standpunkte nicht unerhebliche Bedenken entgegenstehen, wie auch seine Öllinie-Flußtheorie in der vorliegenden Form wohl hinreichender Begründung entbehrt. Gleichwohl wird das Buch auch gerade in Hinsicht auf die wichtigen Beziehungen zwischen der chemisch-physikalischen Beschaffenheit der verschiedenen Ölarten und der Art ihres geologischen Vorkommens anregend wirken, so daß dasselbe nicht nur dem Ölchemiker, dem es manches Neue bringen dürfte, sondern auch dem Ölgeologen zum Studium zu empfehlen ist.

E. Stolley, Braunschweig.

Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Begründet von *Strasburger, Noll, Schenck, Schimper*. Dreizehnte umgearbeitete Auflage, bearbeitet von *H. Fitting, L. Jost, H. Schenck, G. Karsten*. Jena, G. Fischer, 1917. VIII, 666 S. und 845 zum Teil farbige Abbildungen. Preis M. 11,—.

Das bekannte Lehrbuch ist auch in dieser neuen Auflage gründlich durchgearbeitet worden, sowohl im Inhalt, wie in der Stoffanordnung. Der kurze Abschnitt über Deszendenzlehre und Artbildung, der bisher in der physiologischen Abteilung stand, erscheint jetzt als Schlußkapitel der Morphologie. Daß die früher etwas stiefmütterlich in appendice erledigten fossilen Pteridophyten jetzt eingehender dargestellt und sachgemäß in das System aufgenommen sind, bedeutet einen dankenswerten Gewinn. Die Fortschritte der Forschung sind hier, wie sonst, gewissenhaft verwertet. Etwas bedenklich unter den Neuerungen erscheint mir die Aufnahme der Bezeichnung „Kutisgewebe“ (S. 45); sie kann wegen Kutikula Verwirrung stiften.

L. Diels, Berlin-Dahlem.

¹⁾ Zur Bildungsweise der Konglomerate des Rotliegenden, Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanst. Bd. 62, Wien 1912, Seite 209/218. Vgl. hierüber auch *E. Dacqué*, Grundlagen und Methoden der Paläogeographie, Jena 1915, Seite 412/417.

²⁾ Die oberkarbonischen Brachiopoden des Ural und des Timan, Mém. Comité géol. Tome 16, No. 2, St. Petersburg 1902, Seite 713, 718.

³⁾ Vgl. hierüber *A. Penck*, Südafrika und die Sambesifälle, a. a. O., S. 610.

⁴⁾ Siehe „Die Naturwissenschaften“, 4. Jahrg. 1916, Heft 33.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 30.

27. Juli 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Anwendung der Quantenhypothese auf die Photochemie. Von *Prof. Dr. E. Warburg, Berlin-Charlottenburg*. S. 489.

Zum Einfluß großer Städte auf das Klima. Von *Dr. Wilhelm Schmidt, Wien*. S. 491.

Zuschriften an die Herausgeber:

Die Anomalie der Wasseroberfläche. Von *W. Halbfass, Jena*. S. 496.

Kulturverfahren zur Vermehrung der Getreide-erzeugung. Von *B. Stange, Leipzig*. S. 497.

Berichtigung zu dem Aufsatz: Der Streit um das Elektron. Von *Walter König, Gießen*. S. 497.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Ein Vermächtnis von *Barth und Nachtigal*. S. 498.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Verlauf der alkoholischen Gärung bei alkalischer Reaktion. Die Eberwurz als Wetterpflanze und Nahrungsmittel. Der Kleber im Lichte der Kolloidchemie. Der Kolbenschild als Faserpflanze. Zuckerflagellaten. Vergiftung durch Gase der Ammoniakfabrik. Wärmeleitvermögen einiger Metalle bei tiefen Temperaturen. Einwirkung von gasförmigem Ammoniak auf Superphosphate. S. 498—500.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik

Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie

von

Prof. Dr. Moritz Schlick

Preis M. 2.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Reichsaufsicht

Untersuchungen zum Staatsrecht des Deutschen Reiches

Von

Dr. Heinrich Triepel,

Geh. Justizrat, o. ö. Professor der Rechte an der Universität Berlin

Preis M. 24.—; in Halbfranz gebunden M. 29.60

Vor kurzem erschien:

Die Freiheit der Meere und der künftige Friedensschluß

Von

Dr. Heinrich Triepel,

Geh. Justizrat, o. ö. Professor an der Universität Berlin

Preis M. 1.20

Vor kurzem erschien:

Unsere Friedensziele

Von

D. Dr. Otto von Gierke,

Geh. Justizrat, o. ö. Professor der Rechte an der Universität Berlin

Preis M. 1.60

Vor kurzem erschien:

Die preußische Wahlreform

Von

Dr. Gerhard Anschütz

Kgl. preuß. Geheimer Justizrat, ordentl. Professor des öffentlichen Rechts an der Universität Heidelberg

Preis M. 1.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

27. Juli 1917.

Heft 30.

Über die Anwendung der Quantenhypothese auf die Photochemie.

Von Prof. Dr. E. Warburg, Berlin-Charlottenburg.

Als Herr Einstein die Quantenhypothese des Herrn Planck zu der sogenannten Lichtquantenhypothese erweiterte¹⁾, wandte er die letztere so gleich auf verschiedene Vorgänge, z. B. auf die Ionisierung durch Bestrahlung an. Damit war auch die Anwendung auf die Photochemie unmittelbar gegeben, wird doch zuweilen jener Vorgang als ein photochemischer betrachtet. Herr Einstein²⁾ hat später das von ihm sogenannte photochemische Äquivalentgesetz unabhängig von der Quantenhypothese auf thermodynamischem Wege begründet. Ich selbst habe verschiedene Experimentaluntersuchungen über die Anwendung der Quantenhypothese auf photochemische Vorgänge in Gasen in den Berichten der Berliner Akademie veröffentlicht. Dem Bericht über das Thema seien einige allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt.

Begrenzung des Gebiets der Photochemie.

1. Die Photochemie handelt im allgemeinen von chemischen Reaktionen, welche durch Licht und andere dem Licht wesensgleiche elektromagnetische Strahlung hervorgebracht werden. Daher sind chemische Wirkungen der Kathodenstrahlen und anderer elektrischer Konvektionsstrahlen, wenn auch wahrscheinlich den photochemischen Wirkungen nahestehend, ausgeschlossen; ebenso sollen die lichtelektrischen Erscheinungen, welche in Elektronenabspaltung aus Körpermolekülen bestehen, ausgeschlossen sein. Die Photochemie oder Photolyse wird dadurch beschränkt auf solche von elektromagnetischer Strahlung bewirkte chemische Reaktionen, welche unelektrische Endprodukte liefern.

Der photochemische Prozeß wird wahrscheinlich nicht durch Elektronenabspaltung eingeleitet.

2. Gleichwohl könnten die so definierten photochemischen Vorgänge ihren Weg über Elektronenabspaltung nehmen, was von verschiedenen Forschern angenommen wird. Dagegen spricht, daß elektrische Leitung, d. h. Ionenbildung, bei photochemischen Reaktionen in Gasen nicht auftritt. Dies ist von Lenard³⁾ für die photochemische Ozonisierung durch längere Wellen, für die photochemische Chlorwasserstoffbildung aus Chlor-

knallgas besonders überzeugend von Le Blanc und Vollmer⁴⁾ nachgewiesen worden, welchen die Abspaltung eines Elektrons auf 5 Billionen verschwundener Chlormolekeln nicht hätte entgehen können. Auch bei rein thermischen Reaktionen in Gasen, wie z. B. bei Oxydation von NO zu NO₂, entsteht nach de Hemptinne, Braun und Lenard kein elektrisches Leitungsvermögen. Man kann daher sagen, daß bei chemischen Reaktionen in Gasen mit unelektrischen Endprodukten auch vorübergehende Elektronenabspaltung nicht beobachtet wird.

Photolyse in der Natur, in der Technik und im Laboratorium.

3. Die wichtigste in der Natur vorkommende Photolyse ist der Assimilationsprozeß der Pflanzen. Es zeigt sich hier die wunderbare Anpassungsfähigkeit der Natur an gegebene Verhältnisse, indem diese Wirkung, abweichend von der gewöhnlichen Regel, ihr Maximum im sichtbaren Spektralgebiet besitzt, wo auch die Energie der Sonnenstrahlung ihren höchsten Wert hat. Die wichtigste technische Anwendung der Photolyse ist die Photographie. Ferner sind an zahllosen chemischen Substanzen photochemische Wirkungen nachgewiesen worden, und es gibt vielleicht keine chemisch zusammengesetzte Substanz, die nicht durch Bestrahlung mit geeigneten Wellenlängen zersetzt würde. Die Photolyse ist also ein sehr allgemeiner Vorgang und ein solcher von sehr großer praktischer Bedeutung.

Primäre und sekundäre Prozesse.

4. Wenn bei einer Photolyse das Licht seine Arbeit getan hat, so ist damit der chemische Prozeß im allgemeinen nicht beendet, sondern es treten nun zwischen den primären Produkten oder zwischen diesen und dem Photolyten sekundäre, vom Licht unabhängige Reaktionen auf, welche schließlich zu den beobachteten Endprodukten führen. Es sind also bei der Photolyse, wie bei der Elektrolyse, primäre und sekundäre Reaktionen zu unterscheiden, deren Trennung die erste Bedingung für das Verständnis des Vorganges ist. Diese Trennung kann nur auf Grund von Hypothesen bewerkstelligt werden und ist bei der Photolyse nur in wenigen Fällen versucht.

Nur Strahlen, die absorbiert werden, haben chemische Wirkung.

5. Auf die Beziehung der Photolyse zur Absorption hat zuerst Freiherr v. Grothius im

¹⁾ M. le Blanc und M. Vollmer, Zeitschr. f. Elektrochemie, 20, 494, 1914.

¹⁾ A. Einstein, Ann. d. Phys. 17, 132, 1905.

²⁾ A. Einstein, Ann. d. Phys. 37, 832, 1912.

³⁾ Ph. Lenard und C. Ramsauer, Sitz.-Ber. d. Heidelberg. Akad. d. Wissensch., math.-nat. Kl. 1911, S. 8.

Jahre 1820 aufmerksam gemacht¹⁾. Er ließ auf die blaue Lösung von Jodstärke in Wasser ein Sonnenspektrum fallen und fand, daß die Lösung am stärksten im Gelbgrün entfärbt wurde da, wo die Absorption am stärksten ist. „Diese Absorption“, sagt er, „dieses Eindringen mit Schwierigkeit in die Substanz des Körpers muß wenigstens in vielen Fällen Ursache einer größeren chemischen Wirkung sein.“ Der wichtige und einleuchtende Satz, daß nur Strahlen, die absorbiert werden, chemisch wirken können, ist offenbar in diesen Worten noch nicht enthalten, sondern wurde zuerst im Jahre 1845 von *Draper*²⁾ auf Grund experimenteller Befunde ausgesprochen.

Die photochemische Wirkung ist der absorbierten Strahlung proportional, spezifische photochemische Wirkung.

6. Es hat sich nun weiter gezeigt, daß die photochemische Wirkung der absorbierten Strahlung, bei gleicher Qualität derselben, proportional ist. So ist bei der Chlorknallgasreaktion die Chlorwasserstoffbildung der Strahlungsintensität proportional, und nach *Bunsen* und *Roscoe* die Schwärzung photographischen Papiers proportional dem Produkt aus der Intensität und der Dauer der Bestrahlung. Es ist also gleichgültig, ob die doppelte Intensität in der einfachen Zeit oder die einfache Intensität in der doppelten Zeit absorbiert wird. Die von *Schwarzschild* für sehr kleine Intensitäten gefundene Abweichung von diesem Gesetz dürfte auf sekundären Wirkungen beruhen. Unter diesen Umständen ist es zweckmäßig, für die photochemische Wirkung hervorgebracht durch 1 g-cal. absorbierter Strahlung eine Bezeichnung einzuführen. Ich habe dafür den Ausdruck *spezifische photochemische Wirkung* vorgeschlagen. Die experimentelle Bestimmung dieser Größe in ihrer Abhängigkeit von der Wellenlänge ist fundamental für jeden photochemischen Prozeß. Daß bis jetzt noch wenige Bestimmungen dieser Art gemacht sind, hat verschiedene Gründe. Erstens sind die Methoden der absoluten Strahlungsmessung erst kürzlich ausgebildet; besonders erleichtert werden die Messungen dadurch, daß die Gesamtstrahlung der Hefnerlampe zur Eichung der Apparate benutzt werden kann, seitdem dieser Wert von *Knut Ångström* und kürzlich noch genauer von *Gerlach* in Wärmemaß bestimmt ist. Zweitens ist es erst durch die neuen Resonanztransformatoren möglich geworden, die mächtigste Quelle ultravioletter Strahlung, nämlich den kondensierten Flaschenfunken, in ausgiebiger Weise zu verwenden. Aber selbst bei Benutzung dieses Hilfsmittels kann man bei den Reaktionen, um welche es sich für fundamentale Bestimmungen besonders handelt, und bei spektraler Zerlegung nur

einige millionstel Mol eines Gases in einem Versuch zur Reaktion bringen, was einigen hundertstel Kubikzentimetern des Gases und bei Jodbestimmungen einigen zehntel Kubikzentimetern einer $\frac{1}{100}$ n-Natriumthiosulfat-Lösung entspricht. Es handelt sich also um die Messung sehr kleiner Quantitäten.

Einführung der Quantenhypothese.

7. Nach dem Gesagten besteht der erste Akt bei jeder Photolyse in der Absorption von Strahlung. Daraus folgt, daß ein tieferer Einblick in den photochemischen Prozeß erst von einem klaren Verständnis des Absorptionsvorganges zu erwarten ist, daß ferner jeder Fortschritt in der Theorie der Absorption einen Fortschritt auf dem Gebiete der Photolyse verspricht. Ein Fortschritt in der Theorie der Absorption wurde gemacht durch die Quantenhypothese des Herrn *Planck*¹⁾, nach welcher die Absorption von Strahlung durch ein Gebilde von der Eigenfrequenz ν in bestimmten endlichen Beträgen eines ganzen Vielfachen von $h \cdot \nu$ erfolgt, wo h eine universelle Konstante, das von *Planck* sogenannte Wirkungsquantum, bedeutet. Diese Hypothese ist von Herrn *A. Einstein*²⁾ dahin erweitert worden, daß Strahlung von der Frequenz ν stets in dem Betrage eines ganzen Vielfachen von $h \nu$ absorbiert wird, unabhängig von der Eigenfrequenz der absorbierenden Molekel. Diese Hypothese wollen wir zugrunde legen und dabei mit *Einstein* annehmen, daß bei der photochemischen Absorption immer nur ein Quantum $h \cdot \nu$ absorbiert wird. Der Mechanismus der Absorption wird dadurch nicht aufgeklärt, ja noch dunkler als zuvor, was Herrn *Planck* veranlaßt hat, seine Hypothese zu modifizieren. Behandelt man aber diese Schwierigkeiten wie eine Festung, die man zwar belagert, an der man aber vorbeigeht, indem man ihre Eroberung der Zukunft überläßt, so gelangt man zu sehr wichtigen und aufklärenden Folgerungen.

Konzentration der Wirkung auf wenige Molekeln.

8. Nach der älteren Auffassung konnte man annehmen, daß an der Absorption der Strahlung alle von ihr getroffenen Molekeln gleichmäßig beteiligt sind, so wie z. B. alle von einer Wasserwelle getroffenen Wasserteilchen gleichmäßig bewegt werden. Unter dieser Annahme bleibt völlig unverständlich, wie es kommen kann, daß sehr schwache kurzwellige Strahlung chemische Wirkungen hervorbringt, wie sie sonst nur durch Anwendung sehr hoher Temperaturen gelingen. Anders verhält sich die Sache nach der Quantenhypothese, nach welcher die Wirkung auf verhältnismäßig wenige Molekeln konzentriert wird, indem nur so viele Molekeln an der Absorption teilnehmen, als Quanten in der absorbierten

¹⁾ *Th. v. Grotthuis*, Physisch-chem. Forschungen Bd. I. Nürnberg 1820. Ostwalds Klassiker Nr. 152.

²⁾ *J. W. Draper*, Fortschr. d. Physik, Jahrg. 1845, S. 277.

¹⁾ *M. Planck*, Ann. d. Phys. 4, 556, 1901.

²⁾ *A. Einstein*, Ann. d. Phys. 17, 132, 1905.

Strahlung enthalten sind, und zwar absorbiert jede dieser Molekeln den Betrag $h \cdot \nu$, welcher nur von der Frequenz ν , nicht aber von der gesamten absorbierten Strahlung abhängt. Betrachtet man nun z. B. Strahlung von der Wellenlänge $0,2 \mu$, welche vom Quarz noch recht gut durchgelassen wird, so ist die mittlere kinetische Translationsenergie einer Gasmolekel bei 20°C nur der 163. Teil des Quantum dieser Wellenlänge und wird erst bei $47\,370^\circ$ diesem Quantum gleich. Wenn also eine Molekel dieses Quantum absorbiert, so gerät sie in einen Zustand, zu dessen thermischer Erzeugung eine ungeheure Temperatursteigerung erforderlich wäre. So wird verständlich, daß solche Strahlung eine außerordentliche Kraft besitzt, chemische Verbindungen zu lösen, und daß im allgemeinen diese Kraft besonders den kurzen Wellen wegen ihres großen Quantum innewohnt. Will man, wie z. B. bei der Haberschen Ammoniakgewinnung, eine chemische Reaktion durch Temperatursteigerung erzielen, so muß die ganze Gasmasse auf die gewünschte Temperatur gebracht werden, während nur ein Teil des Gases die chemische Reaktion eingeht. Bei der Photolyse hingegen wird vermöge der Quantenwirkung die Strahlung nur denjenigen Molekeln zugeführt, welche zur chemischen Reaktion gebracht werden sollen, was als prinzipieller Vorteil erscheint, obgleich auch hier ein Teil der zugeführten Energie aus verschiedenen Gründen für den chemischen Prozeß verloren geht (s. § 19). Es ist sehr bemerkenswert, daß solche Ideen sich schon in einem alten Aufsatz von *Gay-Lussac* und *Thénard*¹⁾ aus dem Jahre 1808 vorfinden, welcher u. a. die Entdeckung der photochemischen Wirkung auf Chlorknallgas enthält. „Um all diese chemischen Wirkungen des Lichts zu erklären,“ heißt es dort, „ist es hinreichend, mit dem Grafen *v. Rumford* anzunehmen, daß das Licht weiter nichts tue, als daß es die Temperatur der kleinsten Teile, auf welche es wirkt, sehr erhöht, wenn es gleich die Wärme der ganzen Masse nur wenig erhöht.“ Diese Bemerkung entspricht ganz den Anschauungen der Quantenhypothese.

Quantitative Folgerungen.

9. Die Quantenhypothese bringt aber nicht nur den photochemischen Prozeß dem Verständnis näher, sondern führt auch zu quantitativen, der experimentellen Prüfung zugänglichen Folgerungen. Betrachten wir ein System, das sich im chemischen Gleichgewicht befindet, so kann offenbar eine Molekel durch Strahlung direkt nur zersetzt werden, wenn das Quantum $h \cdot \nu$ größer ist als die Arbeit, welche zur Zersetzung nötig ist. Daraus leitet man ab, daß dafür

$$\frac{2c}{\lambda} > q$$

sein muß, wo c die zweite Konstante des Strahlungsgesetzes schwarzer Körper, λ die Wellen-

länge und q die Wärmetönung in g-cal. pro Mol für die Wiedervereinigung der Zersetzungsprodukte bedeutet.

Ferner bestimmt die Quantenhypothese die Zahl der absorbierenden Molekeln als die Zahl der Quanten, welche in der absorbierten Strahlung enthalten sind. Daraus folgt, daß die Absorption einer g-cal. durch

$$\frac{\lambda}{2c} \text{ Mol des Photolyten}$$

bewirkt wird. Auf diese Ergebnisse wollen wir weitere Schlüsse gründen, uns dabei aber auf die Betrachtung gasförmiger Substanzen beschränken.

10. Sei erstens für die absorbierende Molekel

$$\frac{2c}{\lambda} > q.$$

Alsdann kann dieselbe durch die absorbierte Strahlung direkt zum Zerfall gebracht werden. Macht man nun mit Herrn *Einstein* die Annahme, daß alle absorbierenden Molekeln wirklich zerfallen, so gelangt man zu dem von ihm sogenannten photochemischen Äquivalentgesetz, nach welchem die spezifische photochemische Wirkung in bezug auf die primäre Spaltung des Photolyten

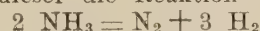
$$S = \frac{\lambda}{2c}$$

beträgt. Ein solcher Fall ist z. B. bei der Photolyse des Bromwasserstoffs durch die Wellenlängen $0,2$ und $0,25 \mu$ beobachtet worden, indem unter Berücksichtigung der sekundären Reaktionen das Experiment den Betrag der Endprodukte Brom und Wasserstoff in naher Übereinstimmung mit jenem Gesetz ergeben hat. Insbesondere konnte auch die Folgerung, daß S der Wellenlänge proportional ist, annähernd bestätigt werden. Allerdings ist es aus gewissen Gründen sehr erwünscht, dieses Gesetz an weiteren Beispielen zu prüfen.

11. Sei zweitens für die absorbierende Molekel

$$\frac{2c}{\lambda} < q.$$

Ein solcher Fall tritt bei der Photolyse des Ammoniaks durch die Wellenlänge $\lambda = 0,209 \mu$ ein, sofern als primärer Prozeß die Zerlegung des Ammoniaks in die Elemente angenommen wird, und es erscheint zunächst unmöglich, daß in diesem Fall überhaupt Photolyse eintritt. Wenn aber eine NH_3 -Molekel ein Quantum aufgenommen hat, so kann sie sich mit diesem weiter bewegen und mit einer anderen NH_3 -Molekel zusammenstoßend mit dieser die Reaktion



eingehen, für welche q den kleinen Wert $22\,000$ g-cal. hat, während für die Zerlegung in die Elemente hier $q > 135\,000$ ist.

Indessen ist anzunehmen, daß nicht alle Zusammenstöße zu dieser Reaktion führen, daß es vielmehr auch reaktionslose Zusammenstöße gibt, durch welche die Energie der mit dem Quantum versehenen Molekel zerstreut und schließlich unter

¹⁾ *L. J. Gay-Lussac* und *L. J. Thénard*, *Gilberts Ann. d. Phys.* 35, 8, 1810.

den für die fragliche Reaktion erforderlichen Betrag erniedrigt wird. Es werden also nicht alle absorbierten Quanten zur chemischen Zersetzung führen, sondern ein Teil derselben in Wärme verwandelt werden. Dadurch muß die zersetzte Menge, wie beobachtet wird, unter den von dem Einsteinschen Gesetz geforderten Betrag sinken.

Bei der photochemischen Ozonisierung kommen beide Fälle vor; für kurze Wellen, z. B. $\lambda = 0,209$, erreicht nämlich die Ozonisierung nahezu den von dem Gesetz geforderten Betrag, ist aber für $\lambda = 0,253$ viel kleiner. Nach den vorliegenden Schätzungen der Dissoziationsarbeit der O_2 -Molekel scheint in der Tat die Ozonisierung durch 0,209 unter den ersten, die Ozonisierung durch 0,253 unter den zweiten Fall zu gehören. Im allgemeinen macht es diese Theorie verständlich, daß beim Übergang zu längeren Wellen die photochemischen Wirkungen nicht plötzlich, sondern allmählich aufhören.

Auf die Möglichkeit, daß ein absorbiertes Quantum nicht unmittelbar, sondern erst beim Zusammenstoß mit einer anderen Molekel chemische Reaktionen hervorruft, hat zuerst J. Stark¹⁾ aufmerksam gemacht und dadurch die Wirkung der optischen Sensibilisatoren erklärt, das sind Farbstoffe, durch die man photographische Platten für das von diesen Farbstoffen absorbierte Licht empfindlich macht. Freilich sind nach H. W. Vogel die Farbstoffe am wirksamsten, welche am lichtempfindlichsten sind²⁾, was auf die Vermutung führt, daß der optische Sensibilisator es ist, welcher die primäre photochemische Wirkung erfährt, und daß die hieraus entspringenden Reaktionsprodukte sekundär auf die photographische Platte wirken.

Zusammenfassung in betreff des primären Prozesses.

12. Beide Fälle zusammenfassend kann man sagen, daß die Zahl der primär gespaltenen Molekeln nicht allgemein, wie es das Einsteinsche Gesetz verlangt, gleich, sondern gleich oder kleiner ist als die Zahl der absorbierenden Molekeln. Diese einfache Aussage muß, wenn die gegebene Theorie richtig ist, für den primären Prozeß bei jeder Photolyse zutreffen.

Dagegen trifft man sehr mannigfaltige und teilweise verwickelte Erscheinungen bei den sekundären Prozessen an, welche zu den beobachteten Endprodukten führen. Der Betrachtung der sekundären Vorgänge seien einige Bemerkungen vorangeschickt.

Wahre und falsche Gleichgewichte, katalytische Wirkungen.

13. Ein System, für welches Volumen und Temperatur konstant gehalten werden, ist bekanntlich im Gleichgewicht, wenn seine freie Energie den kleinstmöglichen Wert besitzt. Eine

mechanische Analogie ist eine im tiefsten Punkt ihrer Bahn ruhende Pendelkugel oder eine am Fuß eines Berges ruhende Kugel. Ein solches System kann ohne äußere Einwirkung seine Gleichgewichtslage nicht verlassen, und eine sehr kleine äußere Einwirkung kann nur eine sehr kleine Entfernung aus der Gleichgewichtslage hervorbringen.

Es gibt indessen, besonders bei gasförmigen Körpern, Fälle, in denen ein System sich zwar nicht im Gleichgewicht befindet, sofern die freie Energie ihren kleinsten Wert noch nicht erreicht hat, aber doch ohne äußere Einwirkung seinen Zustand unverändert beibehält. Das sind Fälle von sogenanntem falschen Gleichgewicht. Indem wir von Fällen sehr kleiner Reaktionsgeschwindigkeit absehen, ist eine mechanische Analogie dafür eine Kugel auf einem Bergabhang, von welchem sie herabrollen könnte, wenn sie nicht durch Reibung daran gehindert wäre, oder eine auf einer horizontalen Stelle des Bergabhanges ruhende Kugel. Im letzteren Fall kann die Kugel durch einen äußerst kleinen Anstoß zum Herabrollen, also zu einer äußerst großen Entfernung von der Gleichgewichtslage gebracht werden. Ebenso kann durch eine äußerst kleine chemische Einwirkung in einem falschen chemischen Gleichgewicht eine äußerst große Substanzmenge zur chemischen Reaktion gebracht werden. Das ist der Fall der sogenannten katalytischen Reaktionen.

Photochemische Wirkungen erster und zweiter Art.

14. Photochemische Wirkungen können nun entweder eine Abnahme oder eine Zunahme der freien Energie bewirken, d. h. das beanspruchte System seiner Gleichgewichtslage nähern oder es von ihr entfernen. Ersteres ist offenbar nur möglich in Fällen falschen Gleichgewichts, letzteres sowohl in Fällen wahren wie falschen Gleichgewichts. Ich habe die erstgenannten Vorgänge photochemische Wirkungen erster Art, die letztgenannten photochemische Wirkungen zweiter Art genannt.

Sekundäre Prozesse bei Wirkungen zweiter Art.

15. Betrachten wir zuerst die Wirkungen zweiter Art. In diesem Fall müssen die primäre und die sekundäre Wirkung von gleicher Größenordnung sein. Nehmen wir z. B. den Fall der Ozonisierung des Sauerstoffs, so ist als primäre Reaktion die Spaltung von O_2 in $O + O$; als sekundäre Reaktion die Anlagerung je eines O-Atoms an eine O_2 -Molekel anzunehmen. Die Spaltung einer O_2 -Molekel liefert also zwei O_3 -Molekeln.

Sekundäre Vorgänge bei Wirkungen erster Art.

16. Anders verhält es sich bei den Wirkungen erster Art. Auch hier können primäre und sekundäre Reaktionen von gleicher Größenordnung

¹⁾ J. Stark, Phys. Zeitschr. 9, 898, 1908.

²⁾ E. Vogel, Wied. Ann. 43, 470, 1891.

sein; es kann aber auch durch eine äußerst kleine primäre Wirkung eine äußerst große Substanzmenge sekundär zur chemischen Reaktion gebracht werden. Endlich sind Fälle möglich, welche zwischen diesen beiden Extremen liegen. Diese verschiedenen Fälle kommen in der Natur vor.

Beispiele:

1. Photolyse des reinen Ammoniaks.

17. Nehmen wir als ersten Fall die photochemische Spaltung des Ammoniaks in die Elemente unter gewöhnlichen Verhältnissen des Drucks und der Temperatur. Da hier beim wahren Gleichgewicht Ammoniak nur um ungefähr 2 % dissoziiert ist, so ist die Photolyse des reinen Ammoniaks eine Wirkung erster Art, die Photolyse des zur Hälfte dissoziierten Ammoniaks eine Wirkung zweiter Art. Die spezifische photochemische Wirkung in bezug auf die Endprodukte wird aber in beiden Fällen gleich groß gefunden.

2. Photochemische Desozonisierung.

18. Ähnlich verhält es sich bei der photochemischen Desozonisierung von Ozonlösungen kleiner Konzentration. Dagegen wurde die spezifische photochemische Wirkung in bezug auf das Endprodukt O_2 bei höheren Konzentrationen größer, und zwar bis zum 30-fachen wachsend, gefunden. Man kann dieses Verhalten durch die große Wärmetönung bei der Vereinigung der von O_3 abgespaltenen O-Atome zu O_2 -Molekeln erklären, indem die letzteren bei ihrer Bildung eine so große kinetische Energie erhalten, daß sie benachbarte O_3 -Molekeln beim Zusammenstoß mit ihnen zu desozonisieren vermögen.

3. Chlorknallgas, katalytische Lichtreaktionen.

19. Betrachten wir endlich die photochemische Chlorwasserstoffbildung aus Chlorknallgas, so werden hier nach einer Schätzung von *Bodenstein*¹⁾ durch ein absorbiertes Quantum über eine Million von Chlorwasserstoffmolekeln gebildet. Hier haben wir also einen Fall echter katalytischer Lichtreaktion.

Diese Reaktion wurde im Jahre 1808 von *Gay-Lussac* und *Thénard* entdeckt, von *Draper* zur Messung der Intensität der wirksamen Strahlen benutzt, und ist seit *Bunsen* und *Roscoe* der klassische Fall der Photochemie geworden. Diese Forscher leiten ihre Untersuchungen im Jahre 1855 mit den Worten ein: „Photochemische Messungen, die auf mehr als Schätzung Anspruch machen, sind mit Schwierigkeiten so erheblicher Art verbunden, daß man bisher auf jede Einsicht in die Gesetze der chemischen Wirkung des Lichts hat Verzicht leisten müssen.“ Dieser Ausspruch wird illustriert durch die Tatsache, daß die Photolyse des Chlorknallgases weder von *Bunsen* und *Roscoe* noch von den zahlreichen Forschern klargestellt ist, die sich nach ihnen mit dem Gegenstand beschäftigt haben, unbe-

schadet der großen Förderung, welche der Photochemie aus diesen Untersuchungen erwachsen ist. Die experimentelle Schwierigkeit liegt darin, daß hier sehr kleine Verunreinigungen einen sehr großen Einfluß haben, indem z. B. nach *Bunsen* und *Roscoe* eine Beimengung von 5 % Sauerstoff die Reaktionsgeschwindigkeit auf den zehnten Teil herabsetzt. Hierdurch erklären sich die zahlreichen Widersprüche in den Angaben verschiedener Beobachter. Auch die von *Bunsen* und *Roscoe* entdeckte Tatsache, daß die photochemische Wirkung auf Chlorknallgas vom Beginn der Bestrahlung an in einer von ihnen als Induktionsperiode bezeichneten Zeit langsam zu ihrem definitiven Wert ansteigt, beruht nach neueren Versuchen auf Verunreinigungen, welche in der Induktionsperiode fortgeschafft werden¹⁾.

Die Auffassung dieser Reaktion als einer katalytischen macht den großen Einfluß kleiner Beimengungen verständlich, die zwar klein sind im Vergleich zur Chlorknallgasmenge, aber keineswegs klein gegen die Menge des Katalysators. Daß dieser nur in sehr kleinen Mengen sich bildet, geht daraus hervor, daß man ihn chemisch bisher nicht hat fassen können. In bezug auf seine Natur ist zuerst die Frage zu stellen, ob er in reinem Chlorknallgas entsteht oder ob eine fremde Beimengung dazu erforderlich ist. Nach den meisten der vorliegenden Angaben soll für die Reaktion die Gegenwart von Wasserdampf erforderlich sein und der Vorlesungsversuch, bei welchem man Chlorknallgas in Glaskugeln durch Belichtung zur Explosion bringt, mit trockenem Gas nicht gelingen. Dagegen soll nach neueren Versuchen von *Dux* und *Bodenstein*²⁾ ein Wasserdampfdruck zwischen 0,004 und 2,3 mm keinen Einfluß auf die Reaktionsgeschwindigkeit haben. Vielleicht rühren diese Widersprüche daher, daß die Wirkung des Wasserdampfes von der Reinheit des Chlorknallgases abhängt. *Dux* und *Bodenstein* haben vor Beginn der Versuche ihren Apparat einen Monat lang mit Chlorknallgas ausgewaschen. Bei dieser Unsicherheit der experimentellen Grundlagen scheint es verfrüht, eine Hypothese zu machen. Übrigens dürften sich die katalytischen Lichtreaktionen für photochemische Fundamentalversuche, bei welchen es sich allein um die primäre Lichtwirkung handelt, nicht eignen, da diese durch die sekundären Reaktionen gänzlich verdeckt wird.

Photochemische Ausbeute.

20. Wir haben bisher nur die umgesetzte Stoffmenge in Betracht gezogen. Aus ihr und der Wärmetönung des Gesamtprozesses erhält man da, wo die Strahlung potentielle chemische Energie erzeugt, den Bruchteil der absorbierten Strahlung, welcher in chemische Energie entsprechend

¹⁾ *D. L. Chapman* und *C. H. Burgess*, Proc. Roy. Soc. London 74 A, 400, 1905.

²⁾ *M. Bodenstein* und *W. Dux*, Zeitschr. phys. Ch. 85, 318, 1913.

¹⁾ *M. Bodenstein*, Zeitschr. phys. Ch. 85, 351, 1913.

latenter Wärme sich umsetzt und welchen ich *photochemische Ausbeute* genannt habe; der Rest wird in thermometrische Wärme verwandelt. Die photochemische Ausbeute ist für die verschiedenen photochemischen Prozesse sehr verschieden, beträgt z. B. für die Wellenlänge 0,209, bei Ammoniakzersetzung 2 %, bei photochemischer Ozonisierung 46 %, bei der Zersetzung des Bromwasserstoffes 18,5 %, und es zeigt sich hier ein bemerkenswerter Parallelismus mit der Ausbeute bei der stillen Entladung.

Nach der gegebenen Theorie tritt Wärmeentwicklung schon bei dem primären photochemischen Prozeß ein, wenn das Quantum größer ist als die Wärmetönung dieses Prozesses; die Differenz wird in Wärme verwandelt. Ferner tritt Wärmeentwicklung bei den sekundären Prozessen ein. Es ergeben sich hieraus Fingerzeige für die Auffindung von technisch verwertbaren photolytischen Vorgängen, bei welchen die Wärmeentwicklung möglichst klein sein soll. Dazu muß das Quantum größer sein, als die Wärmetönung des primären Prozesses, aber nur um soviel, als zur Spaltung des Photolyten benötigt wird; ferner müssen die Wärmetönungen der sekundären Prozesse möglichst klein sein.

Notwendigkeit der Vermehrung des Beobachtungsmaterials.

21. Wenn man das Beobachtungsmaterial überblickt, auf welchem die geschilderten Schlüsse sich aufbauen, so erscheint dieses noch sehr geringfügig. Doch dürfte schon jetzt klar gemacht sein, daß die von Herrn *Einstein* angebahnte Einführung der Quantenhypothese in die Photochemie neue und fruchtbare Gesichtspunkte ergibt und vielleicht die Grundlage für eine Theorie der Photolyse liefern wird.

Zum Einfluß großer Städte auf das Klima.

Von Dr. Wilhelm Schmidt, Wien.

Nach drei Richtungen wirken Großstädte auffallend auf ihr Klima ein: 1. durch das Verunreinigen der Luft mit Staub, Verbrennungsrückständen aller Art, auch gasförmigen Beimengungen; daher die fast ständige Dunstschicht und Neigung zu Nebeln; 2. durch das rasche Wegschaffen des gefallenen Niederschlags; der Boden ist viel trockener als über dem offenen Land, die Verdunstungsmöglichkeit herabgesetzt, der Wasserdampfgehalt der Luft geringer; 3. durch erhöhte Lufttemperatur; zum Teil hängt sie damit zusammen, daß weniger Verdunstungswärme gebunden wird, daneben ist an veränderte Strahlungsverhältnisse zu denken, schließlich wirkt aber auch die in der Stadt selbst erzeugte Wärme dahin.

Der letzte Anteil läßt sich nun beiläufig bestimmen, ein Versuch, den *H. S. Eaton* im

Jahre 1877 für London durchgeführt hat¹⁾. Er sei mit neueren Angaben wiederholt, dabei eine brauchbarere Größe zum Vergleich herangezogen, die Sonnenstrahlung.

Von den Wärmemengen, die in einer Stadt frei werden, stammt bei weitem das meiste aus der Verbrennung. Wird auch ein Teil — er ist immer nur sehr geringfügig — in andere Energieformen übergeführt, so mündet schließlich doch fast alles wieder in Wärme aus. Der durch Dampfkraft erzeugte elektrische Strom z. B., der den Wagen einer Straßenbahn treibt, wird unmittelbar in Erwärmung der Leitung, Funkenbildung, Erwärmung des Motors, Reibung, mittelbar als Bremswärme aufgezehrt. Auch bei den elektrischen Lampen geht das meiste gleich in Wärme über; die sichtbare Strahlung, die unter Umständen weiter hinaus in die freie Luft dringt, stellt nur einen kleinen Bruchteil dar.

Die Quellen für diese Wärme sind verhältnismäßig leicht zu fassen: in der Hauptsache ist es die zugeführte Kohle. Holz und flüssige Brennstoffe kämen nur in besonderen Fällen in Betracht; wo aber Strom von einer Überlandzentrale bezogen oder eine Wasserkraft ausgenützt wird, wäre auch deren Energiegehalt zu berücksichtigen.

Ich führe die Rechnung zunächst für Wien und das Jahr 1913 durch. Hier wurden nach Mitteilung des statistischen Amtes des Magistrats 1 400 000 t. Steinkohle, 50 000 t Braunkohle, 50 000 t Koks in das Gemeindegebiet eingeführt; die Ausfuhr ist unbedeutend. Die auf den Bahnhöfen verbrauchten Mengen sind darin allerdings nicht inbegriffen, man erhält also zu niedrige Zahlen. Je 1 kg der erwähnten Brennstoffe kann je nach ihrer Herkunft der Reihe nach 6000—8000, 3500—4500, 7000—7500 kg-Kalorien liefern, jedoch nur bei vollkommener Verbrennung; gewöhnlich ist die Ausbeute geringer, wir rechnen deshalb mit 4000, 2000 und 4000 Wärmeinheiten. Das eingeführte Holz — 200 000 Raummeter — wird nur zum Teil für Heizzwecke verwendet, kommt übrigens seiner Menge nach gar nicht in Betracht; andere Brennstoffe: Benzin, Petroleum u. dergl., liefern ebenfalls nur einen verschwindenden Beitrag gegenüber den erstangeführten drei Stoffen, deren Verbrennung etwa $5,3 \cdot 10^{12}$ Kilogrammkalorien im Jahr entwickelt.

Auf eine andere Art von Verbrennung geht die erzeugte tierische Wärme zurück. Umständlicher und wohl weniger genau durchführbar wäre es, auch in diesem Fall den Verbrennungswert der über die Gemeindegrenzen eingebrachten Nahrung zu bestimmen; es genügt die Annahme eines Mittels für die tägliche Wärmeentwicklung eines Einwohners. Sie beträgt beim ruhenden und hungernden erwachsenen Menschen etwa 2300 kg-Kal im Tag, steigt mit zunehmender Arbeitsleistung bis über 5000 Kalorien. Mit Rücksicht auf die kleine Zahl von Schwerarbeitern

¹⁾ Presidential Address Roy. Met. Soc., Quart. Journ., 3, 309 (1877).

in einer Stadt, ferner auf den geringeren Beitrag der Frauen und Kinder dürfte 2000 Kalorien im Tag der angemessenste Mittelwert sein. Die 2 130 000 Einwohner von Wien setzen also im Jahr $1,56 \cdot 10^{12}$ Kalorien in Freiheit. Für die in Wien gehaltenen 9500 Rinder und 35 000 Pferde Nutzvieh wird man etwa je die 4- bis 5-fache Wärmemenge anzunehmen haben, wie beim Menschen. Mit einem entsprechenden Zuschlag wegen des Kleinviehs gibt das ungefähr $0,16 \cdot 10^{12}$ kg-Kal.

Die gesamte tierische Wärme lieferte also jährlich an $1,8 \cdot 10^{12}$ Einheiten; dies zur Verbrennungswärme hinzugezählt, wird der Hauptanteil der entwickelten Wärme rund 7 Billionen große Kalorien. Was vernachlässigt wurde, etwa Verwesung u. ä., kommt daneben kaum irgendwie in Betracht, spielt sich übrigens ähnlich auch am freien Land ab.

Unter jener Zahl kann man sich nun nicht viel vorstellen, außer etwa, daß sie sehr groß ist; man wird lieber mit einer anderen vertrauten ständigen Energiequelle vergleichen, am besten wohl der Sonnenstrahlung. Zu dem Zweck rechnen wir die auf der Flächeneinheit erzeugte Wärmeenergie aus. Das ganze Wiener Gemeindegebiet von 270 qkm darf man dem nicht zugrunde legen, denn es umfaßt auch ausgedehnte Wälder, Felder und Auen. Auf Häuser, Höfe, Gärten und Straßen entfallen davon 86,7 qkm oder $0,867 \cdot 10^{12}$ qcm; läßt man die umfangreichen öffentlichen Anlagen außer Betracht, dann sind es nur $0,575 \cdot 10^{12}$ qcm — die dafür geltenden Zahlen sind im folgenden immer in Klammern angeführt. Damit erhält man eine Wärmeentwicklung von 8,1 (12,2) kg-Kal auf 1 qcm im Jahr. Die unmittelbare Sonnenstrahlung (die Bewölkung berücksichtigt) liefert in Wien 52,3 kg-Kal auf 1 qcm wagrechter Fläche¹⁾; die künstlich der Stadt zugeführte Wärme macht also fast $\frac{1}{6}$ ($\frac{1}{4}$) der unmittelbaren Sonnenstrahlung aus.

Der Anteil ist hoch; er erscheint noch größer, wenn man bedenkt, daß der Hauptteil der Strahlung aus der wärmeren Jahreszeit stammt, während der Winter wegen des niedrigen Sonnenstandes wie auch wegen der stärkeren Bewölkung dagegen sehr zurücktritt. So strahlt die Sonne im Mittel im November, Dezember, Januar, Februar folgeweise 29, 15, 23, 52 g-Kal/qcm-Tag (andere Einheiten!) zu, während die Verbrennungswärme gerade in der Zeit noch erheblich mehr als ihr Jahresmittel, d. i. 22,1 (33,3) g-Kal/qcm-Tag liefert.

Eine andere Ausdruckweise führt die Bedeutung jener Menge vielleicht noch eindringlicher vor Augen. Der Himmel muß schon sehr klar sein, damit die Sonne in den tieferen Lagen auf 1 qcm zur Strahlung winkelrecht gestellter Fläche

1,4 g-Kal in der Minute entsendet; das entspricht in Wien zu Mittag in den Zeiten der Tag- und Nachtgleiche 0,94 g-Kal auf 1 qcm wagrechter Fläche in der Minute, um Sommer- und Wintersonnenwende 1,27 und 0,48 derselben Einheit. Die Verbrennung wirkte also soviel, wie eine zusätzliche Dauer eines völlig reinen Sonnenscheins zu Mittag von fast 24 (mehr als 35) Minuten täglich im April oder wie einer 17 (26) Minuten im Sommer oder aber 46 (69) Minuten im Winter! Natürlich könnte dieser Betrag an Sonnenstrahlung nicht etwa unser Heizen ersetzen: er hätte nur annähernd denselben Einfluß auf die allgemeine Lufttemperatur, würde aber die Wärme nicht gerade dorthin liefern, wo wir sie besonders gesammelt brauchen.

Enger verbaute Städte werden noch höhere Zahlen ergeben. Zum Vergleich führe ich hier die von Berlin an, gerechnet allerdings bloß aus den beiläufigen Angaben vom Anfang des Jahrhunderts nach dem Konversationslexikon. Als Jahresverbrauch sind (1902) 1 800 000 t Stein- und 970 000 t Braunkohle ausgewiesen; sie liefern zusammen $9,1 \cdot 10^{12}$ kg-Kal. Dazu noch die von den 1 888 000 Einwohnern aus der Nahrung erzeugte Wärme (mit dem gleichen Zuschlag von 10 % für Nutzvieh wie für Wien) zu $1,5 \cdot 10^{12}$ gibt $10,6 \cdot 10^{12}$ kg-Kal/Jahr. Sie verteilen sich auf das gesamte Weichbild von 63 qkm Fläche, also kommen im Durchschnitt im Jahr auf 1 qcm 16,8 kg-Kal. Das ist etwa ein Drittel der unmittelbaren Sonnenstrahlung in Berlin, denn die Beobachtungen im günstiger gelegenen Potsdam haben dafür im Mittel 53,9 kg-Kal/qcm-Jahr ergeben. Auch da sei die mittlere tägliche Strahlungsmenge für die Monate November—Februar, d. i. der Reihe nach 32, 16, 20, 48 g-Kal/qcm-Tag, der mittleren Wärmezeugung von mehr als 46 g-Kal/qcm-Tag gegenübergestellt.

Wie erwartet, macht die künstliche Wärmezufuhr im enger verbauten Berlin mehr aus als in Wien. Noch stärkere Häufung an einem Platz müßte sich in Brennpunkten gewerblicher Betriebe finden, die besonders viel Kohle verbrauchen, wie etwa von Hüttenwerken. Hier wäre außerdem die Erzeugung das ganze Jahr gleichmäßiger als in großen Städten, wo doch das Heizen während der Wintermonate mehr Wärme in Freiheit setzt.

Die höhere Temperatur der Städte gegenüber dem freien Land geht also im Winter in unseren Gegenden vornehmlich auf die besprochene Verbrennungswärme zurück; im Sommer hingegen wird man dem geringeren Ausfall an Verdunstungswärme und vielleicht den besonderen Strahlungsverhältnissen mehr Einfluß zuschreiben müssen. Die beiden letzten Ursachen kämen für Orte unter wärmerem Himmelsstrich mit geringer Industrie ziemlich allein in Betracht.

¹⁾ Die klimatischen Angaben alle nach J. v. Hann, Lehrbuch der Meteorologie, 3. Aufl.

Zuschriften an die Herausgeber.

Die Anomalie der Wasseroberfläche.

Zu einem unter obigem Titel in Heft 9 und 10 dieses Jahrgangs veröffentlichten Artikel von *Agnes Pockels*, der mir erst jetzt zur Kenntnis gekommen ist, möchte ich mir folgende kurze Bemerkung erlauben.

Den Ausgangspunkt der Betrachtungen dieses Artikels bildet die bekannte Tatsache, daß verschiedene Stellen des Wasserspiegels eines stehenden Gewässers ein sehr ungleiches Aussehen zeigen, vor allem fallen gewisse glatte Stellen innerhalb lebhafter gekräuselter Teile des Wasserspiegels auf, die man nach *Forel* Vorgang in der Seenkunde als *Taches d'huile* (Ölflecke) bezeichnet. Verfasserin nimmt ohne weiteres an, daß die glatten Teile der Oberfläche, die jedenfalls einen anomalen Zustand aufweisen, hervorgeufen sind durch minimale Spuren verunreinigender Stoffe und knüpft daran die Besprechung einer Reihe sehr interessanter Experimente über normale Spannungserscheinungen an der Oberfläche von Flüssigkeiten überhaupt, die uns hier nicht weiter beschäftigen soll.

An dieser Stelle möchte ich lediglich die Frage erörtern, entstehen die Ölflecke auf den stehenden Gewässern wirklich lediglich durch Beimengung gewisser organischer oder anorganischer Stoffe mit dem Oberflächenwasser oder sind noch andere Ursachen denkbar?

F. A. Forel, der überaus verdienstvolle Vorkämpfer auf so vielen Gebieten der Seenforschung, behandelt das Phänomen und seine Ursachen ausführlich im 2. Bd. seines klassischen Werkes „*Le Léman*“ (Lausanne 1895), S. 241 ff. Er hat schon im Jahre 1873 in einer Abhandlung „*Les taches d'huile du Lac Léman*“, die im *Bull. Soc. Vaud., Sci. Nat. Vol. XII*, Lausanne 1873 erschien und zu den frühesten Arbeiten des rastlosen Forschers auf dem Gebiete der Seenkunde gehört, als die Ursache dieser Erscheinung, die man auf dem Genfer See *Fontaines* nannte, also fälschlich auf unterirdische Quellen zurückführte, die Ausbreitung sehr dünner Flüssigkeitshäutchen öligter Beschaffenheit über gewisse Teile des Sees bezeichnet. Die Dicke dieser Schicht schätzte *Forel* im allgemeinen auf nur 5 $\gamma\gamma$ (Millionstel Millimeter), so daß also 20 cm Öl genügen würde, um ungefähr eine Oberfläche von 4000 qm damit zu überdecken. *Agnes Pockels* hat in einer bereits 1892 erschienenen Arbeit (*On the relative contamination, Nature Bd. 46, p. 468*) für Olivenöl eine mögliche Dicke von nur 1,3 $\gamma\gamma$, und für Terebinthensenz von 93 $\gamma\gamma$ gefunden.

Nun leuchtet ohne weiteres ein, daß da, wo ein Dampfer oder ein Motorboot die Wogen eines Binnensees durchfurcht oder wo an seinen Ufern sich irgendwelche hauswirtschaftliche oder industrielle Betriebe befinden, aus denen, wenn auch nur in sehr geringen Mengen, fettige Bestandteile in den See gelangen, die Bildung solcher Ölhäutchen sich sehr einfach erklärt, namentlich der Umstand, daß sie sich vielfach vom Ufer aus ausbreiten. Für den Genfer See treffen diese Voraussetzungen durchaus zu, so daß *Forel* diese Erklärung der Ölflecken als allgemein zutreffend ansah und sie auch in sein berühmtes Handbuch der Seenkunde, Stuttgart 1901, aufnahm.

Es treten aber derartige Ölflecken, wie jedem Befahrer und Anwohner der Binnenseen wohl bekannt sind, an jedem See auf, auch an solchen, wo jene oben geschilderten Vorbedingungen absolut fehlen. Mithin müssen auch noch andere Ursachen für ihre Bildung vorhanden sein und diese müssen sogar die weitaus

häufigeren sein. Nun hat man angenommen, daß die Ölflecken durch lokal stärker auftretende Mengen von Plankton, namentlich von Phytoplankton, bedingt seien, welche ja Fette aller Art in genügender Menge enthalten. Ich hielt diese Ursache bei der Schnelligkeit, mit welcher die Ölflecke entstehen, ihre Form ändern und wieder verschwinden, von vorneherein für recht unwahrscheinlich, bin aber doch der Sache nachgegangen, fand aber unter 85 Fällen, in denen ich das Wasser der Ölflecken und benachbarter Teile der Seeoberfläche daraufhin untersuchte, resp. untersuchen ließ, nur in 4—5 Fällen eine merkliche Zunahme an Phytoplankton an jenen Stellen, die also lediglich auf Zufall beruhen muß.

Also entfällt auch diese Ursache der Ölfleckenbildung und man muß sich nach einer anderen umsehen, wobei wir die von *Forel* (a. a. O.) angeführten hier nicht wiederholen wollen, denn sie sind, wie *Forel* selbst richtig bemerkt, sämtlich hinfällig.

Meine seit einer Reihe von Jahren angestellten Beobachtungen haben mich dazu geführt, einen ganz anderen Grund für die Bildung von *Taches d'huile* anzunehmen, den ich bereits schon einmal flüchtig in meinen Beiträgen zur Kenntnis Pommerscher Seen, Ergänzungsheft 136 zu *Peterm. Mitt.*, Gotha 1901, S. 82 skizziert habe und hier etwas ausführlicher begründen möchte.

Taches d'huile konnte ich nicht beobachten, wenn entweder der Himmel wolkenlos oder vollkommen oder nahezu bedeckt war; dieselbe Beobachtung haben sehr viele Leute gemacht, welche ich bei Gelegenheit meiner Seenuntersuchungen über diesen Gegenstand befragt hatte. Bei vollkommen heiterem Himmel pflegt der See eine einzige glatte Oberfläche zu besitzen, bei vollkommen bedecktem Himmel dagegen gewahrt man nirgends eine solche, sondern überall größere oder geringe Kräuselungen, offenbar hervorgerufen durch leichte Luftströmungen, die unter dem Schutze des bedeckten Himmels standen. Ölflecke traten dagegen auf, sobald an einem sonst heiteren Himmel Wolken auftraten von verschiedener Größe und Form und zwar ist ihre eigene Größe und Form auf das innigste von der Größe und Gestalt der Wolken abhängig und natürlich auch vom Stand der Sonne. Es ist dies eine so vielseitig von mir und anderen gemachte Erfahrung, daß darüber gar kein Zweifel obwalten kann. Besonders deutlich tritt der Zusammenhang zwischen den Wolken und der *taches d'huile* zutage, wenn es sich um Haufenwolken, nimbus oder strato-cumulus handelt, welche bekanntlich ihre Gestalt fortwährend sehr schnell verändern. In dem Maße, wie diese Wolken sich bilden, sich vergrößern oder verkleinern, ihren Standpunkt wechseln und schließlich sich wieder auflösen, wechseln auch Form, Größe und Lage der Ölflecken. Über die Tatsächlichkeit des Zusammenhangs beider Erscheinungen kann auch nicht der geringste Zweifel walten, da ich ihn ungezählte Male beobachtet habe. Gibt man aber diesen Zusammenhang zu, so liegt die Ursache der Bildung der Ölflecken m. E. klar zutage. Treffen die Sonnenstrahlen auf ihrem Wege bis zur Wasseroberfläche mehr oder minder große und mehr oder minder dichte Wolken, so geben sie einen nicht unbeträchtlichen Teil ihrer Wärmemenge an diese ab und der Teil der Seeoberfläche, welcher in der Verlängerung der Sonne und der betreffenden Wolke liegt, wird in einem geringeren Grade erwärmt, als derjenige, für welche die Wolke kein Hinderungsgrund mehr ist. Die Wirkung wird um so größer sein, je tiefer die Wolken stehen und gerade

nimbus und strato-cumulus gehören bekanntlich zu den tiefststehenden Wolkenformen. Man kann auch sehr deutlich beobachten, daß die Ölflecken sich um so deutlicher an den gekräuselten Teilen der Seeoberfläche abheben, je energischer die Wolkenbildung ist und je tiefer am Horizont sie auftritt.

Die den Wolken ausgesetzte Wasserschicht ist kühler als ihre Umgebung, sie sinkt etwas unter, wärmere Schichten aus der Umgebung strömen nach, auch diese werden unter dem Einfluß der Wolken stärker abgekühlt, als anderswo und so bildet sich schnell eine Stelle im Oberflächenwasser, die *spezifisch schwerer als ihre Umgebung* ist und dadurch der durch leichten Wind bewirkten Wellenbewegung der Oberflächenschicht Widerstand bereitet. Es entsteht also an dieser Stelle für die Wasserbewegung ein Knotenpunkt, besser gesagt eine Knotenfläche, von der aus die Wellen wieder zurückkehren. Sind die Ursachen der ungleichmäßigen Erwärmung verschwunden, d. h. haben die Wolken ihren Standpunkt, ihre Größe und Dichte geändert, so ist damit auch die Erscheinung der Ölflecke verschwunden bzw. haben sich ihr Standpunkt und Ausdehnung verändert und somit erklärt sich m. E. das blitzschnelle Auftreten und Wiederverschwinden, sowie die so äußerst wechselnde und komplizierte Form der Ölflecken als *eine durch thermische Zustandsänderungen verursachte Interferenzerscheinung an Wasserwellen*.

Allerdings ist es mir bisher nicht gelungen, Temperaturunterschiede zwischen taches d'huile und anderen Seeteilen zu konstatieren, da mir kein Instrument zur Verfügung stand, die Temperatur so dünner Flüssigkeitsschichten, wie sie hier auftraten, messen zu können. Um so mehr war ich erstaunt, daß G. Schneider einmal in nur 4 m tiefem Obersee bei Reval am 30. Juli 1904 die Oberflächentemperatur einer glatten Stelle um 1,3° kühler fand, als diejenige einer gekräuselten in ihrer unmittelbaren Nähe. Eine Beobachtung, deren wissenschaftlicher Wert mir sehr zweifelhaft vorkommt, weil Schneider kein anderes Instrument zur Verfügung stand, als das bekannte Quellenthermometer. (*Archiv für Biontologie*, Herausg. von der Ges. naturw. Freunde in Berlin. Bd. II. Berlin 1908.)

Jedenfalls wird es einer verfeinerten Technik in der Erforschung der Thermik eines Sees noch gelingen, die Temperatur auch sehr dünner Flüssigkeitsschichten festzustellen, und dann wird eine experimentelle Bestätigung meiner Theorie m. E. nicht ausbleiben. Daß die Ausbreitung öligter Bestandteile über einzelne Teile des Sees selbstverständlich auch häufig zur Bildung der taches d'huile beitragen kann, betonte ich bereits oben. Zum Schluß möchte ich noch darauf hinweisen, daß es neben „objektiven“ Ölflecken auch „subjektive“ gibt, die vom Standpunkt des Beobachters abhängen; der Unterschied beider Erscheinungen läßt sich leicht feststellen, wenn mehrere Beobachter gleichzeitig an verschiedenen Stellen aus einer bestimmten Gegend des Sees beobachten, wobei besonders darauf zu achten ist, daß die vertikale Entfernung der Beobachtung vom See dabei eine entscheidende Rolle spielt. Das Kapitel der Ölflecken bietet ein dankbares Feld für die Beobachtungskunst der Anwohner eines Sees und verdiente eine eingehende monographische Bearbeitung.

Jena, den 1. Juli 1917.

Prof. Dr. W. Halbfax.

Kulturverfahren zur Vermehrung der Getreide- erzeugung.

In Nr. 23 der „Naturwissenschaften“ d. J. findet sich Seite 387 ein Referat aus den Compt. rend. 164, 1917, in dem über ein Kulturverfahren *Devauz'* zur Vermehrung der Getreideerzeugung berichtet wird.

Hierzu habe ich folgendes zu bemerken:

Zur Anzucht kräftiger, reichblühender Pflanzen werden in unserem botanischen Garten die Samen einjährig überwinternder Pflanzen: *Digitalis purpurea*, *Campanula Medium*, *Oenothera Lamarckiana*, *Viola tricolor maxima* u. a. bereits Ende Juli in die Frühbeete ausgesät, die jungen Pflanzen alsdann vertopft und anfangs September ins freie Land gesetzt. Bis zum Schluß der Vegetationsperiode entwickeln sie sich so weit, daß sie schneelose Winter unter einer leichten Fichtenreisigdecke gut überdauern.

Diese gärtnerische Erfahrung wandte ich anfangs August 1915 auf Roggen (Schlanstedter) an. Die ausgesäten Getreidekörner entwickelten noch in demselben Jahre Büschel bis zu 20 cm Durchmesser. Der Boden war nicht gedüngt, hielt sich aber infolge seiner geschützten Lage und der großen Absorptionsfähigkeit des Auenlehms für Wasser gleichmäßig feucht. Am 23. Mai 1916 blühte das ganze 10 qm große Roggenbeet. Aus jedem Büschel waren 6—8 Halme aufgeschossen. Die Halmhöhe betrug 160 cm im Durchschnitt. Ein Behäufeln und Verpflanzen der Getreidebüschel hatte nicht stattgefunden, damit ein Vergleich mit der landwirtschaftlichen Kultur leichter durchführbar blieb. Das Ernteergebnis übertraf das eines Parallelversuches mit Wintergetreide derselben Rasse in seiner Körnermenge beinahe um das Doppelte, in seiner Strohgewichtsmenge um das Dreifache. Der Roggen war 14 Tage früher reif gegenüber dem im Oktober zur Erde gebrachten Saatgute.

Der Versuch hatte zunächst orientierenden Sinn. Ob deshalb die in Reihe aufgewachsenen Roggenbüschel je einem Samenkorn ihren Ursprung verdanken oder aus einem Komplex von Einzelpflanzen bestanden, wurde nicht ermittelt. Nach dieser Richtung soll in diesem Jahre die Kultur geleitet werden; ebenso muß, wenn die Rentabilität des Verfahrens geprüft werden soll, das Verhältnis der Aussaatmenge zum Erntegewichtsergebnis zahlenmäßig festgelegt werden.

Die meteorologischen Elemente: Boden- und Lufttemperatur, Feuchtigkeitsgehalt u. a. während der Zeit vom August 1915 bis Juni 1916 wurden dagegen täglich gemessen.

Die klimatischen Faktoren sind ausschlaggebend bei diesem frühzeitigen Kulturverfahren. Zweifellos versprechen nur ganz günstig gelegene Örtlichkeiten Erfolg. Der Großbetrieb muß jedoch so eingestellt sein, daß er unter allen Umständen mit Ernteertrag rechnen kann. Diesen gewährleistet die übliche Oktobereinsaat.

Leipzig, den 24. Juni 1917.

Dr. B. Stange.

Berichtigung zu dem Aufsatz: Der Streit um das Elektron.

Ich entspreche einem Wunsche des Herrn Ehrenhaft, indem ich folgende Bemerkung nachtrage. Ich hatte es in meinem Aufsatz als zweifelhaft hingestellt, ob Herr Ehrenhaft das Prinzip der Messung der Einzel Ladungen selbständig gefunden hat, oder ob er durch Millikans Mitteilung darauf hingeführt worden ist. Mir war dabei eine ganz kurze Notiz entgangen, die Herr Ehrenhaft schon im März 1909 im Wiener An

zeiger veröffentlicht hat. In dieser hat er schon damals die Möglichkeit der Messung der Einzelladungen richtig erkannt und im Prinzip beschrieben. Ich wünsche dies hiermit ausdrücklich anzuerkennen und meine Darstellung in diesem Punkte zu berichtigen.

Gießen, den 29. Juni 1917.

Prof. Dr. Walter König.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin

In der Fachsitzung am 21. Mai hielt Dr. R. Prietze (Berlin) einen Vortrag über ein **Vermächtnis von Barth und Nachtigal**, in dem er zunächst einen Überblick über die Erforschung des Sudans und seiner Volksstämme gab und sodann die Verdienste der beiden Heroen aus jener klassischen Epoche der deutschen Afrikaforschung eingehend würdigte. Der erste Vertreter der Mittelmeerkultur, der den König von Bornu besuchte, war *Leo Africanus*, ein getaufter Maure, der zu Beginn des 16. Jahrhunderts ausgedehnte Reisen in Nordafrika unternommen hatte.

Der Schwerpunkt der Völkerkunde Zentralafrikas liegt in der Kenntnis der Sprachen, und darum ist die linguistische Forschung, die im wesentlichen eine Frucht deutschen Schaffens ist, als ethnologische Leistung ersten Ranges zu bewerten. Trotz ihrer großen Erfolge auf geographischem wie ethnographischem Gebiet haben weder *Barths* sechsjährige, noch *Nachtigals* fünfjährige Reisen den Kostenaufwand von 10 000 Talern erreicht. Trotzdem sie unter den wilden, häufig von religiösem Fanatismus ergriffenen Stämmen nie ihr Christentum verleugneten und häufig in Lebensgefahr schwebten, haben sie niemals auf afrikanischem Boden ein Gewehr abgefeuert. Eingehend schilderte der Vortragende, wie mühevoll und zeitraubend die grammatikalische Forschung in solchen Ländern ist, wie die Neger die Frage nach dem Namen eines Flusses oft nur mit dem Wort „Wasser“, nach demjenigen einer Pflanze mit dem Wort „Kraut“ beantworten. Alle diese Schwierigkeiten wußten beide Forscher mit Geschick zu bemeistern. Die Kenntnis von Land und Volk ist uns erst erschlossen, wenn die Sprache der Bewohner erforscht ist, und ohne diesen Ariadnefaden ist es nicht möglich in das Labyrinth der geistigen Kultur und der historischen Überlieferungen der einzelnen Stämme einzudringen.

Der Hamburger *Heinrich Barth* machte Bornu, südlich des Tschadsee, zu seinem Operationszentrum und erforschte von dort auf ausgedehnten Reisen, die sich zusammen auf rund 25 000 km erstrecken, die Staatengebilde des Sudans, wobei sich eine kulturelle Überlegenheit des Westens über den Osten feststellen ließ. *Barth* hielt sich als erster Europäer längere Zeit in Timbuktu auf, dem afrikanischen Athen, das früher eine Bibliothek von 1600 Bänden beherbergt hatte und ein Zentrum afrikanischer Gelehrsamkeit gewesen war. Eine besonders große Anziehungskraft übten die beiden großen Völkerfamilien der Fulbe und der Haussa auf *Barth* aus. Der Durchschnittsbetrag der von ihm für jede Sprache gesammelten Wörter übersteigt 2000. Leider aber fand er keine Muße, sich mit Erzählungen aus dem Munde der Eingeborenen zu beschäftigen, die doch die wahre Quintessenz linguistischer Studien sind. Auch ein Mangel an plastischer Gestaltungskraft haftete ihm an, und sein Werk blieb unvollendet.

Gustav Nachtigal aus Eichstedt bei Stendal, der naturwissenschaftlich gebildete Arzt, ergänzte in glück-

licher Weise die Arbeit des Historikers. Er war als einziger Europäer nach Tibesti gekommen, jenem höchsten Gebirgslande in der östlichen Sahara, wo er mit knapper Not dem Tode entrann. Er erforschte unter Einsetzung seines Lebens Wadai im Osten des Tschadsee, nachdem er in Bornu das Kanuri, die am höchsten entwickelte und schönste der Sudansprachen studiert hatte. Die weitere Ausarbeitung seiner linguistischen Arbeiten sollte der Vortragende, der Sohn seiner Schwester, übernehmen, ein Plan, den anfangs der Tod *Nachtigals*, später langjährige Krankheit des Vortragenden vereitelte. Nach jahrelanger Vorbereitung durch Sprachstudien in verschiedenen Ländern Nordafrikas, Gewinnung zusammenhängender Texte, namentlich von Liedern und Sprichwörtern, ist er jetzt in den Stand gesetzt, mit Unterstützung der Gesellschaft für Erdkunde die Weiterbearbeitung des im Besitze der Königlichen Bibliothek befindlichen handschriftlichen Materials fortzusetzen. O. B.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Über den Verlauf der alkoholischen Gärung bei alkalischer Reaktion. I. Zellfreie Gärung in alkalischen Lösungen; von Carl Neuberg und Eduard Färber. *Bioch. Zeitschr.* 78, 238. 1916. Nachdem *Neuberg* und Mitarbeiter früher festgestellt hatten, daß einerseits im Reagenzglas Traubenzucker und seine Isomeren nicht nur durch Ätzaugen, sondern auch durch schwach alkalisch reagierende Stoffe, wie Karbonate, Bikarbonate, Sulfite, Phosphate und Borate leicht in Methylglyoxal übergeführt werden können, und andererseits Zymase gegen 0,5 n-KOH viel weniger empfindlich ist, als man früher geglaubt hatte, konnte der Versuch gewagt werden, alkoholische Gärung bei alkalischer Reaktion vorzunehmen. Obgleich es als ausgemacht galt, daß die Gärung durch Hefe nur bei schwach saurer Reaktion vor sich geht, zeigte es sich jetzt, daß sie auch in alkalischer Lösung durchgeführt werden kann. Geeignete Alkalisatoren sind die zuvor erwähnten schwach alkalisch reagierenden Stoffe. In ihrer Gegenwart gären nicht nur Hexosen, sondern auch Rohrzucker; d. h. Invertase ist entgegen den bisherigen Voraussetzungen auch bei erheblicher OH-Ionenkonzentration wirksam. Um ein klares Bild von diesen neuartigen Verhältnissen zu gewinnen und Beeinflussung der lebenden Substanz auszuschließen, kann man mit Hefensaft arbeiten. Solche rein enzymatischen Gäransätze vergären bei einem Zuckergehalt von 5 % und Zugabe von $\frac{1}{10}$ Volumen an wässriger Alkalisatorlösung in Gegenwart von 10 % Toluol (!) vollständig bei einer Gesamtalkalinität von 0,1 bis 0,2 m-Dialkalkarbonat, Metaborat und Trialkaliphosphat, während die Konzentration an sekundärem Alkalisulfit nur 0,02 m entsprechen darf. Weiterhin ergab sich die grundsätzlich wichtige Tatsache, daß der Zeitpunkt des Alkalisatorzusatzes von wesentlicher Bedeutung ist. Fügt man nämlich die Alkalisatoren erst hinzu, nachdem das Saft-Zucker-Gemisch gerade zu gären begonnen hat, dann sind 2,5mal so hohe Alkalikonzentrationen anwendbar. Auch dabei verschwindet der Zucker vollständig.

Die Wirkung der alkalischen Zusätze äußert sich — und damit erlangt die ganze Erscheinung erhöhte Bedeutung für die Erklärung des Zuckerabbaus bei der Gärung — in einer spezifischen Veränderung der Gärprodukte. Diese besteht in einer verminderten

Produktion von Alkohol, einer vermehrten Erzeugung von Aldehyd, in einer beträchtlichen Steigerung der Glycerinmenge und in der Bildung eines neuen alkoholischen Gärproduktes aus der 3-Kohlenstoffreihe, des Trimethylenglykols.

Die alkalisch reagierenden Stoffe beeinflussen die alkoholische Gärung also in doppelter Weise. Einmal handelt es sich um eine allgemeine Gärungshemmung, die von der OH-Ionen-Konzentration abhängt. Daneben besteht eine Einwirkung des Alkalis auf die Vorgänge, die sich bei der Gärung vom Beginn der CO₂-Entwicklung abspielen. Diese vorbereitenden Stufen des Zuckerzerfalls unterliegen, wenn sie einmal eingeleitet sind, keiner Beeinträchtigung durch den nachträglichen Zusatz der gleichen, sonst hemmenden Alkalimenge. Das Bild, das sich nach Beendigung der alkoholischen Gärung bei alkalischer Reaktion darbietet, zeigt eine gewaltige, bisher niemals erzielte quantitative Verschiebung der Gärungsprodukte.

Die Eberwurz als Wetterpflanze und Nahrungsmittel. Die Eberwurz oder Wetterdistel (*Carlina acaulis* und *C. vulgaris*, stempellose und gemeine Wetterdistel) kommt im nördlichen und westlichen Deutschland verhältnismäßig selten, häufiger in Mitteleuropa und Süddeutschland vor. Vor allem trifft man sie auf Kalkbergen, steinigen Hügeln, selten auf Sandboden an. Besonders häufig ist sie in den bayerischen Alpen. Sie wird in landwirtschaftlichen Kreisen und von Bergsteigern und Wanderern auch Wetterrose und Wetterprophet genannt. Wurzeln und Blütenscheiben wurden früher nur ausnahmsweise gegessen, obgleich die Wurzeln auffallend nach Sellerie schmecken. Besonders beachtet wurde aber die Eberwurz schon immer von Leuten, die über das Wetter des kommenden Tages etwas Genaueres erfahren wollen, also von Landwirten und Wandernern. Wenn man sich etwas über das bevorstehende Wetter unterrichten will, so braucht man nur die großen, dem Wurzelstock unmittelbar aufsitzenden Blätter, die strohgelben Blüten der Eberwurz genauer anzusehen. Strecken sich besonders die silberfarbigen länglichlanzettlichen Hüllschuppen der stempellosen Eberwurzblüte wagerecht aus, so gibt es nach den vielen Erfahrungen, die man in dieser Hinsicht gemacht hat, am nächsten Tage schönes Wetter mit meist blauem Himmel. Wenn jedoch die Eberwurz ihre Blütenhüllschuppen zusammenzieht und diese gleich einem Dache die Blüte bedecken, so gibt es Regen. Die breite, wollige 6—7 cm große Blüte muß sich besonders im Gebirge beim Anzuge eines Unwetters zeitig schützen, weil sonst die zahlreichen, sehr dicht stehenden wolligen Röhrenblüten nur sehr schwer trocknen würden, und unter Umständen leicht faulen. Das Dach aus den glatten Schuppen läßt den Regen schnell abfließen und kein einziges Tröpfchen kann so in die Blüten eindringen.

Die ausgereiften Fruchtköpfechen der Eberwurz, die aus vielen Hunderten von einzelnen trockenhäutigen Strahlenbüscheln bestehen, soll man durch geschickten Druck immer leicht von der mit scharfen Dornen besetzten Pflanze lösen. Vor allem sollen nach neueren Mitteilungen über die weitere Verwendung der Pflanze schon etwa 100 Fruchtscheiben der in manchen Gegenden recht häufigen Pflanze vollauf genügen, um ein gutes Kopfpolster herzustellen. Im Sommer sollen alsdann die aus dem Samen aufsprossenden Blüten ein sehr wohlschmeckendes Gemüse liefern, das vor

allem wegen seines Milchgehaltes und wahrscheinlich auch wegen seines hohen Kalkgehaltes sehr nahrhaft ist. Nach *Dawler* enthält die Eberwurz auch ein leichtflüchtiges Öl, ferner Harz und Zucker. Sie kann daher dort, wo sie auf sonnigen Höhen an Wegrändern und auf steinigten trocknen Ödländereien oft massenhaft vorkommt, leicht und wohlfeil gesammelt und jedenfalls noch in mancher Hinsicht auszunützen gesucht werden. *B. H.*

Der Kleber im Lichte der Kolloidchemie. Wie alle quellbaren Stoffe haben *Gliadin* und *Glutenin* einen mikroskopisch feinwabigen Bau. Beide sind Quellstoffe, die nach dem Austrocknen sehr leicht wieder Wasser aufnehmen. Beide stellen unbiegsame (unelastische) Quellstoffe (Gele) vor. Die Kleberbildung beruht auf gegenseitiger irreversibler Adsorption der quellenden Kleber-Eiweißstoffe. — *Gliadin* ist jedenfalls der Hauptquellstoff und Schutzquellstoff der Mehl-Eiweißstoffe. Die Entquellung des unelastischen Kleber-Gels ist nicht reversibel. Das Eiweißgewicht ist das dehydrierte, irreversible Kleber-Gel. Die Beeinflussung der Backfähigkeit durch Fett beruht auf einer reversiblen Adsorption des Fettes durch das Kleber-Eiweiß. Organische Säuren bewirken eine stärkere Quellung des Gliadins und Glutenins und eine erhöhte Hydratisierung des Kleber-Eiweißes. Neutralsalze wirken auch bei der Kleberbildung quellungshemmend. Geringe Mengen organischer Säuren zu gesalzenen Teigen wirken quellungsfördernd beim Kleber und beeinflussen damit die Backfähigkeit günstig. Im engeren Sinne muß die Kleberbildung jedenfalls als ein Teil der erst neuerdings mehr bearbeiteten und erforschten Kolloidchemie betrachtet werden. (*Mohs, Zeitschrift f. d. gesamte Getreidewesen*, 1916, S. 239—259.) *B. H.*

Das Kolbenschild als Faserpflanze. Nach den Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1916 (Stück 46) ist es Prof. Dr. *Hoering*-Berlin gelungen, ein Verfahren aufzufinden, verhältnismäßig leicht die Bastfaser des bei uns in ganz Deutschland sehr häufig vorkommenden Kolbenschildes fabrikmäßig zu gewinnen. Wir kennen bei diesem Schilde, der Typhapflanze (auch Bumskeule oder Schmakedutschen genannt) zwei Arten (*Typha latifolia* und *Typha angustifolia*). Die betriebsmäßig erhaltenen Schilffasern können bequem zur Streckung von Hanf, Flachs, Jute, Baumwolle und Wolle verwandt werden. Es hat sich bereits eine Forschungsgesellschaft zur Verwertung der Schilffaser gebildet, die die Unterstützung des Reichsamtes des Innern findet. Eine Anleitung zur leichten Gewinnung des Kolbenschildes, sowie Angaben über Lieferungsbedingungen und Preise kann man von der Forschungsgesellschaft für Typhaverwertung, Berlin W. 62, Ahornstraße 2, erhalten. Besitzer von größeren Gewässern, Seen, Teichen usw., die Kolbenschildbestände aufweisen, werden von der Gesellschaft aufgefordert, ihre Unterstützung dem obigen vaterländischen Zwecke rasch und tatkräftig zu leihen. *B. H.*

Zuckerflagellaten. Dem Freiburger Zoologen *F. Doflein* ist es gelungen, die Flagellate *Polytomella agilis* in Zuckerlösungen zu züchten. Die *P.* ist eine Verwandte der Chrysomonaden, hat aber keine Chromatophoren und kann daher nicht gleich jenen wie eine echte Pflanze ihre Nahrung mit Hilfe des Lichtes rein aus anorganischen Stoffen gewinnen, sondern verhält sich wie eine Alge im Dunkeln, die ebenfalls aus Zucker Stärke zu bilden vermag. Beim Züchten in

reinen Salzlösungen brauchen die P. zunächst ihren Vorrat an Stärke auf und verhungern dann rasch; auch der Zusatz von Peptonen hilft da nicht, wohl jedoch der von Zucker, einerlei welcher Art dieser sei: Rohr-, Trauben-, Fruchtzucker, Arabinose, Xylose; sogar aus Dextrin oder Glycerin erzeugen sie Stärke. *Doflein* nennt daher die kleine Gruppe niedriger Gattungen, zu denen er außer P. einige andere Gattungen (*Polytoma*, *Chilomonas*?) rechnet, Zuckerflagellaten, spricht ihnen einen „rudimentären Stoffwechsel“ zu und möchte sie von grünen Vorfahren unter Verlust der Chromatophoren ableiten. (S. *Biol. Centralbl.* Bd. 33, 1916 S. 439—447). M.

Über einen Fall von Vergiftung durch Gase der Ammoniakfabrik berichtet Dr. *Leybold*. Bei einem tödlichen Unfall in einer kleinen Gasanstalt war als Todesursache chronische Bleivergiftung angenommen worden, doch ergab eine Nachprüfung des Vorfalles, daß die Vergiftung durch Einatmen von giftigen, aus dem Ammoniak-sättiger entweichenden Gasen erfolgt war. Beim Bedienen dieses Apparates, namentlich beim Neu-auffüllen mit Schwefelsäure, waren dabeistehende Personen öfters ohnmächtig geworden. Die Begutachtung des Apparates durch Prof. *Drehschmidt* ergab, daß der Deckel des Sättigers nicht dicht aufgeschraubt war, ferner daß der Betrieb nicht ordnungsgemäß geleitet worden war, indem die Säure bis zur stark alkalischen Reaktion mit Ammoniak übersättigt wurde. Infolgedessen war das Neuauffüllen des Sättigers mit Säure besonders gefährlich, weil hierbei Schwefelwasserstoff und Cyanwasserstoff in den Raum entwichen. Beide Gase sind aber starke Gifte, namentlich ruft Cyanwasserstoff schon in Spuren Krankheitserscheinungen hervor. Nachdem festgestellt ist, daß der Gasmeister gerade beim Nachfüllen der Säure öfters ohnmächtig wurde, ist mit Sicherheit anzunehmen, daß er diese gefährlichen Gase in solcher Menge eingeatmet hat, daß sie tödlich wirken mußten. (*Journ. Gasbel.* 1916, Bd. 59, S. 256—257.) S.

Über das Wärmeleitvermögen einiger Metalle bei tiefen Temperaturen. Bekanntlich nimmt die elektrische Leitfähigkeit der Metalle bei tiefen Temperaturen außerordentlich zu. Bei der großen Analogie zwischen dem Wärmeleitvermögen und der elektrischen Leitfähigkeit ist die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit bei tiefen Temperaturen ein wichtiges neues Problem. Von *R. Schott* (*Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft* Bd. 18, S. 27, 1916) werden einige diesbezügliche Versuche mitgeteilt. Die Versuchsanordnung stützte sich auf ein von *Lees* angegebenes Prinzip, bei dem auf der einen Seite des Wärmeleiters eine bestimmte Wärmemenge elektrisch entwickelt und die andere Seite auf einer konstanten Temperatur gehalten wird. Die Messung des so erzeugten Temperaturgefälles geschieht durch Thermoelemente. Die Messungen gehen schnell von statten und erlaubten es dem Verfasser, ein großes Versuchsmaterial zu sammeln. Dabei wurde besonders beachtet, in welcher Weise sekundäre Einflüsse (Verunreinigungen oder Kristallstruktur des Wärmeleiters) das Wärmeleitvermögen beeinflussen. Gemessen wurden Stäbe aus Kupfer, Aluminium, Blei und Cadmium. Das Wärmeleitvermögen des Kupfers nahm bei tiefen Temperaturen sehr stark zu, ebenso wie es bei der elektrischen Leitfähigkeit gefunden wor-

den ist. Bei unreinem Metall war die Zunahme bedeutend geringer. Beim Aluminium fand sich eine Abnahme des Wärmeleitvermögens mit sinkender Temperatur, bei Blei und Cadmium eine geringe Zunahme. Die Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit des auf dem Felde der Ehre gefallenen Verfassers wurde von *A. Eucken* besorgt. P. Lg.

Über die Einwirkung von gasförmigem Ammoniak auf Superphosphate und die Verwendung der gewonnenen Ammoniakphosphate macht Professor *Gerlach* (Bromberg) interessante Mitteilungen, die im Hinblick auf die durch den Krieg bedingte Knappheit an Schwefelsäure besondere Beachtung verdienen. Die Versuche ergaben, daß Ammoniak von frischem oder getrocknetem Superphosphat lebhaft und unter starker Wärmeentwicklung absorbiert wird. Als Endprodukt entsteht hierbei durch Umsetzung des Ammoniaks mit dem im Superphosphat enthaltenen Gips Ammoniumsulfat neben in Wasser unlöslichem Calciumphosphat. Zu den Versuchen wurde unmittelbar aus der Kammer entnommenes Superphosphat benutzt, das nicht getrocknet und fein gemahlen war. Es wurde in einer langsam rotierenden Trommel mit Ammoniak zusammengebracht, das in kurzer Zeit zum größten Teile (ca 90 %) gebunden wurde; der nicht absorbierte Rest des Ammoniaks kehrt in den Betrieb zurück. Durch die starke Erwärmung während der Ammoniakaufnahme verliert das Superphosphat den größten Teil seines Wassergehaltes, und es bleibt eine trockene Masse zurück, die sich leicht fein mahlen läßt; sie enthält 6—9 % Ammoniak. Versuche in größerem Maßstabe verliefen ebenfalls glatt und berechtigen zu der Erwartung, daß die fabrikmäßige Darstellung des neuen Erzeugnisses wohl keine Schwierigkeiten bereiten wird. Die Phosphorsäure geht zwar durch die Einwirkung des Ammoniaks auf das Superphosphat zum größten Teile in eine in Wasser schwer oder gar nicht lösliche Form über, sie ist jedoch in verdünnter Zitronensäure löslich. Das Produkt läßt sich monatelang lagern, ohne daß Ammoniakverluste eintreten.

Auf Grund dieses günstigen Befundes hat Verfasser sowohl in Vegetationsgefäßen wie in ummauerten Parzellen Düngungsversuche angestellt, deren Ergebnis in mehreren Tabellen dargestellt ist. Man ersieht daraus, daß das Ammoniakphosphat sowohl hinsichtlich seiner Stickstoff- als auch seiner Phosphorsäurewirkung dem Ammoniaksuperphosphat durchaus ebenbürtig ist. Weitere Versuche auf freiem Felde sind eingeleitet.

Das neue Erzeugnis besitzt aber gegenüber dem Ammoniaksuperphosphat, das bekanntlich eine Mischung von aufgeschlossenem, getrocknetem Kalkphosphat mit Ammoniumsulfat ist, den Vorzug, daß zu seiner Herstellung keine Schwefelsäure erforderlich ist, die ja keinen Düngewert besitzt und infolgedessen den Ammoniakstickstoff nur verteuert. Dies ist im gegenwärtigen Zeitpunkt besonders wichtig, weil die zur Herstellung von Schwefelsäure notwendigen Schwefelkiese zum größten Teil aus dem Ausland bezogen werden und jetzt nur schwer zu beschaffen sind. Außer den Kosten für die Schwefelsäure werden aber auch die Kosten für das Eindampfen des Ammoniumsulfats sowie für das Trocknen des rohen Superphosphates gespart, weil bei dem neuen Verfahren direkt trockenes Ammoniakphosphat erhalten wird. (*Zeitschr. f. angew. Chemie* 1916, I, S. 13—14, 18—20.) S.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 31.

3. August 1917.

Fünfter Jahrgang

INHALT:

Ueber die Entstehung von funktionellen Anpassungen im individuellen Dasein. Von *Prof. Dr. Otto Loewi*, Graz. S. 501.

Kritik an der üblichen elementaren Anwendung des Parallelogrammgesetzes auf die Bewegungsvorgänge am Segel. Von *Dr. Viktor Kutter*, Wiesbaden. S. 506.

Geographische Mitteilungen:

Der Kaiserin-Augusta-Fluss (Sepik) in Deutsch-Neuguinea. Die Grenze zwischen west- und

osteuropäischer Kultur. Das Sinken des Wasserspiegels im Victoria-Njansa. S. 508.

Botanische Mitteilungen:

Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme. S. 510.

Chemische Mitteilungen:

Neue Ergebnisse der Kohlenforschung. Tieftemperaturteer. Extraktion der Kohle mit Benzol. Hydrierung der Steinkohle. Ueberführung der Kohle in wasserlösliche Substanzen. S. 511.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien :

Arzneipflanzenkultur und Kräuterhandel

Rationelle Züchtung, Behandlung und Verwertung der in Deutschland zu ziehenden Arznei- und Gewürzpflanzen.
Eine Anleitung für Apotheker, Landwirte und Gärtner

Von

Th. Meyer

Apotheker in Colditz

Zweite Auflage. Mit 21 Textabbildungen

In Leinwand gebunden Preis M. 5,40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 82, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 32 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050–53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Demnächst erscheint:

Über funktionelle Anpassung ihrer Grenzen, deren Gesetze in ihrer Bedeutung für die Heilkunde

von

Dr. med. Willi G. Lange, Charlottenburg.

Nach dem Tode des im Felde gefallenen Verfassers
herausgegeben von Wilhelm Roux.

Preis M. 2.40

Umwelt und Innenwelt der Tiere. Von Dr. med. hon. c. J. v. Üxküll. 1909.

Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.—

Allgemeine Physiologie. Eine systematische Darstellung der Grundlagen sowie der allgemeinen Ergebnisse und Probleme der Lehre vom tierischen und pflanzlichen Leben. Von A. v. Tschermak. In zwei Bänden. I. Band: **Grundlagen der allgemeinen Physiologie.** 1. Teil: Allgemeine Charakteristik des Lebens, physikalische und chemische Beschaffenheit der lebenden Substanz. Mit 12 Textabbildungen. 1916. Preis M. 10.—

Konstitution und Vererbung in ihren Beziehungen zur Pathologie.

Von Professor Dr. Friedrich Martius, Geheimer Medizinalrat, Direktor der Medizinischen Klinik und der Universität Rostock. Mit 13 Textabbildungen. 1914. Preis M. 12.—; in Halbleder gebunden M. 14.50. (Bildet einen Band des Allgemeinen Teils der „Enzyklopädie der klinischen Medizin“, herausgegeben von L. Langstein-Berlin, C. von Noorden-Frankfurt a. M., C. von Pirquet-Wien, A. Schittenhelm-Kiel).

Die konstitutionelle Disposition zu inneren Krankheiten. Von Dr. Julius Bauer, Wien. Mit 59 Textabbildungen. 1917. Preis M. 24.; in Leinwand gebunden M. 26.40

Zeitschrift für angewandte Anatomie und Konstitutionslehre. Herausgegeben unter Mitwirkung von A. Frh. von Eiselsberg-Wien, A. Kolisko-Wien, F. Martius-Rostock von J. Tandler, Wien. Erscheint seit Juni 1912 in zwanglosen Heften. Preis des Bandes von 30–40 Bogen M. 28.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

3. August 1917.

Heft 31.

Über die Entstehung von funktionellen Anpassungen im individuellen Dasein¹⁾.

Von Dr. med. Otto Loewi,

o. ö. Professor an der Universität Graz, Vorstand des pharmakologischen Instituts.

Die lebenden Organismen sind in eine Umwelt gestellt, deren Elemente auf sie wirken. Da die Umwelt ständig innerhalb einer übrigens nicht geringen Breite wechselt, muß der lebende Organismus — und was für den ganzen gilt, gilt natürlich auch für seine Teile — über Einrichtungen verfügen, die seine Funktionstüchtigkeit auch bei wechselnden Außenbedingungen gewährleisten: in der Tat ist er derart beschaffen, daß er, allerdings nur in mancher Richtung, bis zu einem gewissen Grade sich diesen anpassen kann, das heißt also die Befähigung besitzt, bei Auftreten neuer Außenbedingungen in einer für seinen Bestand vorteilhaften Weise zu reagieren; würden wir den Gesichtspunkt des Vorteils aus der Definition fortlassen, so würde Anpassung nichts anderes bedeuten als die Grundeigenschaft der lebenden Substanz überhaupt, sowie von sich aus auch von außen her, und zwar entsprechend der Größe der Außeneinflüsse veränderlich zu sein. Darwin hielt bekanntlich den Einfluß der Umwelt auf die belebten Organismen und deren Änderungsfähigkeit für so weitgehend, daß er davon die Entstehung der verschiedenen Arten ableitete. Sei dem, wie es wolle! Mit den bestehenden Anpassungserscheinungen, über die also ein Organismus von vornherein verfügt, wollen wir uns hier nicht beschäftigen. Wir wollen vielmehr nur untersuchen, in welchem Ausmaß innerhalb der begrenzten Zeit eines individuellen Daseins Anpassungserscheinungen entstehen und sich entwickeln können: solche beobachten wir u. U., wenn der Organismus unter Bedingungen gesetzt wird, die er von vornherein nicht bewältigen kann. Wir stellen uns also die Frage: Wie fängt es ein auf eine bestimmte Umwelt eingestellter Organismus an, das durch Änderung dieser Umwelt gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen? Die Verfolgung solcher Vorgänge setzt uns möglicherweise in den Stand, etwas über den Mechanismus und das bestenfalls zu erreichende Ausmaß von Anpassungsfähigkeit zu erfahren. Solche Einsicht wäre aber nicht nur von theoretischem, sondern auch von eminent praktischem Interesse: stellt doch z. B. die ganze Frage nach dem Wert der Erziehung und der einzelnen Er-

ziehungsmethoden nur einen Einzelfall der hier behandelten Anpassungsfragen dar.

Bei der Vielheit der zu beobachtenden *Neuanspassungen*, wie die im Einzeldasein entstehenden Anpassungserscheinungen kurz benannt werden mögen, wird natürlich der Mechanismus im einzelnen ein verschiedener sein; bei möglichst eingehender Analyse kommen wir aber vielleicht doch zu Gesetzen, die einheitlich allen Anpassungsvorgängen zugrunde liegen. Mindestens ist die Lösung der wichtigen Frage zu erhoffen, ob die Änderung von Außenbedingungen nur zu quantitativen oder auch zu qualitativen Reaktionsänderungen der Organismen bzw. ihrer Funktionen führen kann. Ich beschränke mich dabei im wesentlichen auf die höheren Tiere und bei diesen im wesentlichen auf funktionelle Vorgänge.

Bekanntlich nehmen Muskeln, die in besonderem Maße beansprucht werden, mit der Zeit an funktionierender Masse zu. Es ist nicht ohne Interesse, daß diese Zunahme auch stattfindet, wenn gleichzeitig der übrige Organismus z. B. infolge unzureichender Ernährung abnimmt. Natürlich wird durch die Zunahme die Bewältigung der Aufgabe mehr und mehr erleichtert. Wie bei jeder Arbeit, so ist auch bei der Muskelarbeit der Stoffumsatz gesteigert; jede Steigerung des Umsatzes aber führt zu entsprechendem Wiederaufbau. Das ist der Grund, weshalb ein normal arbeitender Muskel nicht abnimmt.

Warum aber nimmt ein regelmäßig und angestrengt arbeitender Muskel sogar zu? Warum kommt es hier zu einer Überkompensation? Wir werden vielleicht am ehesten eine Einsicht gewinnen, wenn wir zusehen, in welchen anderen Fällen eine Zunahme, und zwar wie hier an Eiweiß, zu beobachten ist. Das ist der Fall bei jugendlichen Individuen und bei Rekonvaleszenten; ferner bei Herabsetzung der O₂-Zufuhr, z. B. im Hochgebirge¹⁾ und bei primärer, geringgradiger Störung der O₂-Verwertung durch die Gewebe, wie nach Darreichung unserer besten Roborantien: Eisen, Phosphor, Arsen²⁾. All diese Fälle haben nun das mit dem arbeitenden Muskel gemeinsam, daß auch bei ihnen der Stoffumsatz hochgradig gesteigert ist. Wir gehen darum kaum fehl mit der Annahme, daß gesteigerter Umsatz und Eiweißansatz etwas miteinander zu tun haben; vielleicht sind beide parallele Folgen der gleichen Ursache, vielleicht aber stehen sie auch in einem ursächlichen Verhältnis zueinander. Ich möchte nun unter allem Vorbehalt auf eine Möglichkeit hinweisen. Wir haben soeben gesehen, daß Eiweißansatz ge-

¹⁾ Nach einem Vortrage, gehalten im Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark am 10. März 1917.

funden wird in Fällen, wo der O_2 -Verbrauch herabgesetzt ist, sei es dadurch, daß weniger angeboten wird, wie im Höhenklima, überhaupt bei herabgesetztem O_2 -Gehalt der Luft, sei es dadurch, daß seine Verwertung herabgesetzt ist, wie nach Anwendung der genannten Arzneimittel. Dies legt die Frage nahe, ob nicht auch in den anderen Fällen, wo Eiweißansatz beobachtet wird, etwa O_2 -Mangel besteht und ursächlich in Betracht kommt. Jede Umsatzsteigerung steigert entsprechend das O_2 -Bedürfnis. Es ist nun zum mindesten fraglich, ob dies Bedürfnis trotz gewisser Einrichtungen, die eine Steigerung der O_2 -Versorgung gewährleisten, wie Steigerung der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes, voll befriedigt wird oder ob nicht allemal bei gesteigertem Bedürfnis, wenn auch nur vorübergehend, ein relativer O_2 -Mangel zustande kommt. Gerade für den uns hier interessierenden Fall des Ansatzes bei Muskelübung scheinen mir die Verhältnisse für das Bestehen unzureichender O_2 -Versorgung zu sprechen. Anstrengende Arbeit führt zu Ermüdung. Ermüdung aber führt zu einer Kontraktion der Blutgefäße in den ermüdeten Muskeln⁸⁾, und nur in diesen, und damit natürlich zu einer schlechten O_2 -Versorgung der Muskeln. Danach könnten wir also in unzureichender O_2 -Versorgung den Wachstumsreiz sehen, Wachstumsfähigkeit natürlich vorausgesetzt.

Diese Anschauung findet nun eine starke Stütze im Folgenden, womit wir gleichzeitig zu einer weiteren Neuanpassung übergehen.

Bekanntlich werden im Leben die Zellen abgenützt und die abgenützten Bestandteile durch neue ersetzt, so, daß der Bestand aufrechterhalten wird. Von den roten Blutkörperchen nun, die die Aufgabe erfüllen, den Zellen den notwendigen O_2 zu vermitteln, wissen wir, daß sie als ganze zugrunde gehen und daß dauernd neue gebildet werden, und zwar in gleichem Ausmaß, so, daß ihre Zahl konstant bleibt. Aus letzterer Tatsache müssen wir schließen, daß das Ausmaß der Neubildung bestimmt wird durch das Ausmaß des Unterganges. Daß dem so ist, wird dadurch bewiesen, daß eine künstlich, z. B. durch Aderlaß, gesetzte Herabsetzung der Zahl der Blutkörperchen, also gewissermaßen eine Übertreibung des in der Norm nur langsam und in geringem Maße sich vollziehenden Vorgangs bald und in steigendem Maße zu einer Neubildung im Knochenmark und anderen blutbildenden Organen führt. Wodurch aber kommt dieser Anreiz zustande? Eine Abnahme der roten Blutkörperchen führt naturgemäß zu einer O_2 -Verarmung der Gewebe, und es liegt schon von vornherein nahe, anzunehmen, daß der hierdurch veränderte Chemismus den Reiz für die Blutneubildung abgibt. Daß dem wirklich so ist, wird aber streng bewiesen durch den Erfolg der Atmung O_2 -armer Luft: sie führt regelmäßig zu einer Vermehrung der roten Blutkörperchen. Danach verstehen wir also, wie der Untergang

roter Blutkörperchen ihren Ersatz durch Neubildung anregen kann. Wir verstehen aber auch eine der bestgekannten Neuanpassungen: nämlich die des Menschen, der aus der Ebene kommt, an die dünnere, darum O_2 -ärmere Luft des Hochgebirges. Sie kommt ebenfalls dadurch zustande, daß infolge der O_2 -Armut der Luft es zu einer entsprechenden Vermehrung der roten Blutkörperchen kommt⁹⁾, und diese gleicht dann die Verminderung des Luftsauerstoffs aus und beseitigt damit eine wichtige Ursache der Höhenbeschwerden.

Ich habe bereits erwähnt, daß es in der Höhe zu Eiweißansatz kommt, und zwar ist dieser größer, als daß er nur für die neugebildeten Blutkörperchen in Betracht kommen könnte. Demnach stellt eine gewisse Beschränkung der O_2 -Zufuhr einen allgemeinen, natürlich nicht den einzigen Wachstumsreiz dar.

Wie wirkt aber dieser Reiz?

Vorbedingung für seine Wirkungsmöglichkeit ist natürlich, daß in den Zellen ein Wachstumstrieb vorhanden ist. Dieser ist eine der lebenden Substanz zukommende, nicht weiter analysierbare Eigenschaft. Jedes lebende System stellt nun die Resultante aus gleichzeitig wirksamen fördernden und hemmenden Faktoren dar. Leiten wir, wie in unserem Fall, mittelst Beschränkung der O_2 -Zufuhr Wachstum ein, so kann dies die Folge davon sein, daß dieser Außenumstand den Wachstumstrieb fördernde Faktoren erregt oder den Wachstumstrieb hemmende beseitigt hat. Das können wir in diesem und vielen anderen Fällen nicht entscheiden. Wohl aber kennen wir eine große Reihe von Anpassungsvorgängen, die nachweisbar als Folge davon sich entwickeln, daß unter normalen Bedingungen vorhandene Hemmungen beseitigt werden. Dahin gehören fast all die Ausgleichsvorgänge, die nach wie immer veranlaßtem, teilweisem oder völligem Ausfall von Funktionen des Nervensystems eintreten. Entsprechend ihrer Bedeutung müßten wir etwas näher auf sie eingehen. Zu ihrem Verständnis muß ich einiges vorausschicken: Wenn wir in der Tierreihe hinabsteigen zu den einzelligen Lebewesen, so sehen wir dort, wie die eine Zelle sämtlichen lebenswichtigen Funktionen gerecht wird. Je höher wir dann aufsteigen in der Reihe der zusammengesetzten Organismen und je komplizierter ihre Funktionen werden, um so mehr tritt eine Arbeitsteilung ein; die eine Zelle leistet dies, die andere das andere. Damit aber der Gesamtorganismus bestehen kann, müßten die Leistungen der einzelnen Zellprovinzen zugunsten des Ganzen zusammenarbeiten, und diese Zusammenarbeit der Teile, der consensus partium wird gewährleistet durch eine Zentrale, das zentrale Nervensystem. Dieses, dauernd unterrichtet, reguliert die Tätigkeit der einzelnen Organe, im Sinne des Ganzen sie fördernd oder hemmend. Dabei nimmt es auf die Tätigkeit der einzelnen Organe einen sehr verschieden großen Einfluß. Einzelne, und dahin gehört die Bewegungsmuskulatur, empfangen ihre

Impulse ausschließlich vom Nervensystem her. Dadurch geht mit der Zeit die im embryonalen Leben noch vorhandene Automatie, d. i. die Befähigung auf nicht nervöse, also in ihr selbst entstehende oder vom Blut zugeleitete Reize zu antworten⁶⁾, völlig und unwiederbringlich verloren; nach Trennung vom Nervensystem stellt sich die Funktionsfähigkeit der Muskulatur nicht mehr her und die Muskulatur geht zugrunde. Ganz anders bei den lebenswichtigen sog. vegetativen Organen. Ihre Befähigung zur Automatie kann durch das Nervensystem zwar eingeschränkt werden, kann sich auch mehr oder weniger zurückbilden, aber sie geht nie ganz verloren und bleibt entwicklungsfähig. Trennen wir daher ein vegetatives Organ vom Nerven, so tritt mit der Zeit immer wieder die normale Funktion ein, dadurch, daß die vom Nerv gehemmt gewesene Erregbarkeit für andere als Nervreize allmählich wieder anwächst. Ein gutes Beispiel dafür gibt das Herz: all seine Abteilungen, Sinus, Vorhof und Ventrikel sind fähig, die für die Tätigkeit notwendigen rhythmischen Reize zu erzeugen. Unter normalen Verhältnissen werden sie nur im Sinus erzeugt; wird dieser aber entfernt, so beginnt allmählich der Vorhof sie zu erzeugen, und bei dessen Entfernung wacht allmählich die Befähigung des Ventrikels zur Reiz-erzeugung wieder auf⁷⁾.

Ein großartiges Beispiel von Wiederherstellung der vegetativen Funktionen nach Ausfall eines gewaltigen Gebietes des Zentralnervensystems verdanken wir *Goltz* und *Ewald*⁸⁾. Sie haben Hunden das gesamte Rückenmark vom verlängerten Mark abwärts entfernt und die Folgen beobachtet: in der ersten Zeit nach diesem Eingriff lagen sämtliche Funktionen des Hintertieres hochgradig darnieder. Allmählich aber trat eine Erholung ein, Darmtätigkeit, Zirkulation u. a. wurden ganz normal; ein Tier lebte 2 Jahre, ja die eine berühmt gewordene trächtige Hündin, bei der der die Sexualsphäre versorgende Rückenmarksabschnitt völlig entfernt worden war, gebar und säugte ein Junges. *Goltz* selbst war s. Z. der berechtigten Meinung, daß die Erholung nur Wiederherstellung des alten Zustandes gewesen sei, der durch den Choc infolge der Operation eine Störung erfahren habe. Eine Beteiligung des Chocs soll nicht in Abrede gestellt werden. Wesentlicher aber für die Erklärung der Erscheinungen ist der eben besprochene, in den letzten Jahren erbrachte Nachweis, daß nach Abtrennung vom Nerven die angeborene Befähigung der vegetativen Organe zur Automatie, d. h. ihre Empfindlichkeit für nicht nervöse Reize allmählich wieder anwächst. Danach würden also die Ausfalls- und Erholungserscheinungen in dem *Goltz*schen Versuch mindestens teilweise so zu erklären sein, daß, solange das Rückenmark da ist, es die Reizempfindlichkeit der Peripherie hemmt, so, daß diese infolge Nichtgebrauchs bis zu einem gewissen Grade schwindet. Daher der Ausfall nach der Rücken-

marksexstirpation. Die Erholung tritt dann in dem Maße ein, wie die durch das Rückenmark gehemmt gewesene Reizempfindlichkeit wiederkehrt.

Wir kommen nun zu Ausgleicherscheinungen nach Ausfall von Funktionen innerhalb des Nervensystems selbst.

Auch dies ist begreiflicherweise um so komplizierter gegliedert, je größeren Ansprüchen es gerecht werden muß, und wie die peripheren Organe vom Nervensystem, so werden innerhalb dieses die einzelnen Teile von einem jeweiligen übergeordneten beeinflußt: am höchsten steht die Großhirnrinde.

Nach Exstirpation einer ganzen Großhirnhemisphäre ist nach kurzer Zeit überhaupt keine Ausfallserscheinung mehr nachzuweisen und nach Entfernung großer Teile der Hirnrinde treten ebenfalls Ausgleichsvorgänge in weitem Umfang wieder ein⁹⁾. Sie dürften in ähnlicher Weise zustandekommen, wie dies eben für die peripheren Organe beschrieben war: eine den vicariierend einspringenden Hirnteilen zu eigne, aber durch die höheren Hirnteile bislang gehemmte, vielleicht infolgedessen durch Untätigkeit zurückgebildete Automatie dürfte sich allmählich wieder herstellen und weiter entwickeln.

Diese Erfahrungen über die Folgen des Ausfalls gewisser Teile des Zentralnervensystems scheinen mir geeignet, gewisse Erscheinungen aus dem Gebiet der Gewöhnung an narkotische Gifte, insofern die giftempfindlichen Funktionen mit der Zeit relativ unempfindlich werden, dem Verständnis näher zu rücken.

Bekanntlich sind Gewohnheitssäuer, Alkoholiker, nur sehr schwer zu narkotisieren; sie geraten schon gleich nach Beginn der Narkose in ein starkes Aufregungsstadium, reden, schreien, lachen, schlagen um sich und man braucht große Mengen des Narcoticums, sie zur Ruhe zu bringen. Nun haben wir gesehen, daß nach operativer Entfernung der Hirnrinde die Funktion der subcorticalen Teile wächst. Der Alkohol hat nun die eigentümliche Wirkung, die feineren, das sind gerade die Hemmungsfunktionen der Großhirnrinde, zu lähmen. Ich stelle mir nun vor, daß, wie im obigen Fall das Messer des Experimentators, so beim Säuer die häufige Lähmung der Rindenfunktionen zu einer allmählichen Steigerung der niederen Rinden- und der subcorticalen Funktionen führt. Werden nun im Beginn der Narkose die letzten Rindenfunktionen ausgeschaltet, so zeigen sich die übermäßigen Subcorticalfunktionen ungehemmt; es ist aber bekannt, daß diese nur schwer narkotisierbar sind. Möglicherweise erklären sich in ähnlicher Weise die Aufregungszustände, die bei Paralytikern der Verabreichung von Schlafmitteln so oft folgen.

Nun zur Frage der Morphinumgewöhnung: sie besteht darin, daß bei wiederholter Einführung der anfangs wirksamen Dose deren erwünschte Gehirn- wie nicht erwünschte Darmwirkung, die Verstopfung, nicht mehr eintreten; sie zu erzielen,

muß man die Dose mehr und mehr steigern. Setzt man jetzt plötzlich aus, so treten schwere Aufregungszustände, Schlaflosigkeit, Durchfälle u. a. m. ein. Die Wirkung des Morphiums beruht auf der Hemmung bestimmter Organfunktionen. Wird diese Hemmung öfters herbeigeführt, so kommt es zu einem vicariierenden Erstarren der analogen Funktionen anderer nicht oder schwerer lähmbarer Teile¹⁰⁾: auf diese Weise werden die Störungen ausgeglichen: die Verstopfung hört z. B. trotz Morphinanwesenheit auf, weil von diesem nicht lähmbare Teile für den Reiz des Darminhalts allmählich empfindlicher geworden sind. Wird jetzt das Morphinium ausgesetzt, so addiert sich zu diesen vicariierend erstarkten Funktionen die bislang durch das Morphinium gehemmt gewesene: es kommt daher zu den Abstinenzerscheinungen, d. h. zu einer übermäßigen Funktion, also im Gehirn zu Aufregungszuständen, im Darm zu Durchfällen usw.

Alle Anpassungen, von denen wir bisher sprachen, sind solche, die sich automatisch vollziehen, d. h. ohne Zwischenkunft unseres Bewußtseins. Wir kommen nun zu den so wichtigen Anpassungen, die sich auf psychischem Gebiete im weitesten Sinne des Wortes beobachten lassen. Wollen wir etwas über ihren Mechanismus erfahren, so müssen wir sie unter möglichst eindeutigen Versuchsbedingungen studieren. Solche Versuche ausgeführt zu haben, ist das große Verdienst des russischen Physiologen *Pawlow*¹¹⁾: Ich gehe unmittelbar auf diese ein: Füttert man einen Hund, so fließt Speichel. Der Vorgang vollzieht sich folgendermaßen: die Nahrung erregt sensible Nerven im Mund, diese leiten die Erregung zum Sekretionszentrum und von dort aus wird die Sekretion eingeleitet. Kombiniert man nun die Fütterung des Tieres mit einem zweiten ganz indifferenten Reiz, z. B. Streicheln der Haut des Tieres, und wiederholt man diese Kombination lange Zeit, so kann man nach einiger Zeit auch ohne gleichzeitige Fütterung, also durch das bloße Streicheln der Haut Speichelfluß erzielen. Es hat sich also allmählich ein neuer Reflex gebildet, den *Pawlow* zur Unterscheidung vom gewöhnlichen als „bedingten Reflex“ bezeichnet: es hat sich der früher indifferente Reiz, das Streicheln, einen Weg nach einem bestimmten Teil des Zentralnervensystems, nämlich zu dem Sekretionszentrum gebahnt. Bevor wir suchen, diese Tatsache zu erklären, sei ein zweiter Versuch von *Pawlow* angeführt: er kombiniert wiederum die Fütterung, diesmal aber nicht mit einem indifferenten, sondern mit einem höchst eingreifenden, für sich allein zu stärkster Schmerzüßerung führenden, nämlich mit intensiver Elektrisierung der Haut des Tieres. Wird diese Kombination eine Zeitlang durchgeführt, so ruft die stärkste Hautreizung schließlich nur Speichelfluß, aber nicht mehr die geringste Abwehrreaktion hervor. *Pawlow* schreibt wörtlich: „In diesem Stadium kann man die Haut des Hun-

des schneiden, quetschen oder brennen und Sie werden doch nur die objektiven Merkmale dessen sehen, was wir, nach uns selbst geurteilt, einen starken Appetit genannt hätten, d. h. der Hund wendet sich zum Experimentator, beleckt sich und es fließt reichlich Speichel.“

Die beiden Versuche bestätigen uns zunächst, daß vermöge einer besonderen Eigenschaft des Zentralnervensystems Erregung je nach den Bedingungen auf den einen oder den anderen, in diesem Fall auf einen ganz neuen Weg geleitet werden und daß dieser Weg mit der Zeit sich fixiert. Sie lehren uns aber weiter Bedingungen kennen, die für die Wahl eines bestimmten Weges maßgeblich sind. Wir sehen nämlich, daß sowohl indifferente Reize, die sonst unbestimmt in der Nervenmasse zerfließen wären, als auch sehr eingreifende Reize, die vorher schon mit einem Zentrum festverbunden waren, sich nach dem Punkte richten, wo eine starke Tätigkeit besteht, wo also die Stelle der höchsten Erregbarkeit ist; diese hemmt gleichzeitig die Tätigkeit der weniger erregbaren Zentren. Ist aber der Weg dorthin einmal gebahnt, so wird er auch weiter eingeschlagen, selbst wenn die Erregbarkeit nicht mehr besteht. Besonders bemerkenswert ist, daß sich diese Anpassungen ganz automatisch vollziehen und sich auch auf ganz unbewußte vegetative Funktionen — wie es die Speichelsekretion ist — erstrecken.

Durch die Wahl einfacher und eindeutiger Versuchsbedingungen gelang es hier *Pawlow*, die Erklärung zu finden für Erfahrungen, die längst vorlagen; so möchte ich es für einen ganz analogen Fall halten, wenn erfahrene Ärzte vielfach Verstopfung bei ihren Patienten derart bekämpfen, daß sie ihnen eine Zeitlang Abführmittel geben und sie zu einer bestimmten Stunde den Ort aufsuchen lassen und daß sie dann letzteres unter Weglassung der Mittel mit Erfolg allein fortsetzen lassen. In ähnlicher Weise leitet man bei Schlaflosigkeit das Schlafenlernen mit Schlafmitteln ein.

Aber es ist kein Zweifel, daß die von *Pawlow* gegebene Erklärung auch da gültig ist, wo wir der komplizierten Verhältnisse halber im einzelnen noch nicht recht klar sehen. Wie oft lassen wir zur Erzielung eines bestimmten Erfolges gleichzeitig zwei Reize einwirken: wenn wir mit Androhung von Strafe oder mit Versprechungen Kinder oder Erwachsene oder auch bei der Dressur Tiere zu bestimmten Leistungen anspornen, tun wir vielleicht nichts anderes, als daß wir dem Zentralnervensystem einen Grad von Erregbarkeit geben, der sich für die Aufnahme und Fixierung des gewünschten Eindrucks eignet: später geht's dann automatisch. Wir haben die Sache nur in Schwung gebracht. Oft hört man: „Die Aufregung schlägt sich auf den Magen, auf den Darm, aufs Herz“ usw. Möglicherweise sind das Fälle, wo die Zentren der betreffenden Organe besonders leicht erregbar sind und den hinzukommenden Erregungs-

reiz auf sich ziehen. Allerdings liegt hier auch die Möglichkeit vor, daß der Reiz sich zwar überall hin gleichmäßig verbreitet, aber die Organe selbst auch für schwachen Reiz überempfindlich sind.

Diese Anwendungen mögen genügen.

Als letztes Beispiel möchte ich nunmehr noch kurz die chemischen Anpassungserscheinungen des Körpers besprechen. Der Organismus verfügt über eine Unzahl chemischer Methoden. Mit diesen verarbeitet er zunächst die Stoffe, mit denen er es in der Regel zu tun hat: die Nahrungsstoffe. Aber auch viele körperfremde Stoffe ist er in der Lage, in mannigfachster Weise zu verändern. Von Interesse für uns sind aber nur solche chemischen Vorgänge, die beweisen, daß der Organismus chemische Fähigkeiten, die er in der Norm nicht oder nur spurenweise äußert, unter bestimmten Einflüssen in die Erscheinung treten und bei ihrer Fortdauer enorm sich steigern läßt. Wir könnten in Anlehnung an *Pawlow* diese Reaktionen bedingte Reaktionen nennen. Der Organismus verbrennt Alkohol, bei wiederholter Einführung lernt er ihn schneller verbrennen¹²⁾, er zerstört von vornherein etwas Morphium, mit der Zeit immer mehr¹³⁾.

Weitaus am interessantesten, am wichtigsten und bekanntesten aber ist, daß er nach der Einführung von allerhand körperfremden Stoffen von einem bestimmten Charakter, zu denen auch die giftigen Produkte von Bakterien gehören, eigentümliche Gegenkörper bildet, und zwar mit der Zeit immer mehr, und die Bildung geht auch noch weiter, wenn der Körper, der sie ausgelöst hat, längst nicht mehr im Organismus vorhanden ist. Über den Mechanismus der Steigerung dieser Bildung bestehen nur Hypothesen, auf die ich hier nicht eingehen will. Von Wichtigkeit ist nur die Frage, ob diese Bildung von Gegenkörpern den Ausdruck einer *neuen* Eigenschaft des Körpers darstellt: dies anzunehmen haben wir durchaus keinen Grund: einmal finden sie sich mitunter von vornherein beim nicht vorbehandelten Tier; so findet man bei 30 % normaler Pferde von vornherein Diphtheriegiftgegenkörper⁴⁾, und da, wo dies nicht der Fall, beantwortet ja der Organismus schon die erste Zufuhr des Körpers mit Gegenkörperbildung; er besitzt also von vornherein die Fähigkeit, hat aber, mangels Gelegenheit, sie nicht anwenden können und ist befähigt, sie wie manche andere mit der Zeit zu steigern.

Die angeführten Beispiele genügen darzutun, daß der Organismus auch innerhalb sehr kurzer Zeit an Änderungen der Umwelt sich *neu* anpassen kann. Aber auch über das Wesen dieser Neuanpassungen erhalten wir Aufschluß: es ist immer das gleiche insofern, als allemal infolge der veränderten Außenbedingungen dem Organismus von vornherein eigne Funktionen nur quantitativ geändert, und zwar in den von uns betrachteten Fällen gesteigert wurden. Sei es nun, daß diese Funktionen auch bis dahin schon geübt wur-

den oder infolge mangelnder Beanspruchung latent, oder aus anderen Gründen so gut wie latent geblieben oder geworden waren: in keinem Fall waren wir gezwungen, die Entwicklung neuartiger Funktionen, eine qualitative Änderung des Funktionsvermögens anzunehmen; die Spezifität der Reaktion bleibt immer gewahrt.

Die nächste Frage ist: Wodurch ist diese Funktionsentwicklung, die durch die Umweltänderung ausgelöst wurde, möglich? Hier stoßen wir bereits auf eine nicht weiter analysierbare Grundeigenschaft der lebenden Substanz, auf den ihr eigentümlichen nicht nur morphologischen, sondern, was uns hier allein angeht, funktionellen Wachstums- oder Entwicklungstrieb.

Dessen Größe ist natürlich je nach Art und Zustand der lebendigen Substanz ganz verschieden, und so versteht es sich von selbst, daß, wie die Art, so auch das Ausmaß der durch äußere Reize ausgelösten Anpassungsreaktionen durch den Organismus entscheidend mitbestimmt wird. Der zweite bestimmende Faktor ist natürlich die Größe der durch die neuen Außenbedingungen gesetzten Reize.

Sein Ende findet der Anpassungsvorgang, wenn ein Gleichgewicht zwischen der belebten Substanz und den neuen Außenbedingungen sich wieder hergestellt hat. Danach möchte ich nach einer Richtung hin mit *Pawlow* und *Kassowitz*¹⁴⁾ die Anpassungserscheinungen als Ausdruck desselben Strebens nach Aufrechterhaltung bzw. Herstellung eines Gleichgewichtes auffassen, wie es auch die unbelebte Welt beherrscht. Von dieser bloßen Betrachtung zurück zum Mechanismus.

Gleich zu Beginn haben wir ganz allgemein die Anpassung definiert als notwendige Folge der Grundeigenschaft der lebenden Substanz, wie von sich heraus, so auch durch Außeneinflüsse veränderlich zu sein. Die Anpassungsreaktionen treten demnach *notwendig* ein, ohne Rücksicht darauf, ob sie zweckmäßig, gleichgültig oder schädlich sind: der Organismus reagiert auf die Einfuhr körperfremder Eiweißkörper mit der Bildung von Gegenkörpern, ganz gleichgültig, ob die eingeführten Eiweißkörper giftig sind oder nicht. Sind sie giftig, so nennen wir die Gegenreaktion zweckmäßig. Das Moment der Zweckmäßigkeit spielt also keine kausale Rolle bei der Entstehung der Anpassungen, sondern es bedeutet nur einen bestimmten, mehr oder minder subjektiven Gesichtspunkt für die *Betrachtung* der Anpassungserscheinungen. Wie kommt es aber, daß uns bei der Betrachtung eine so große Zahl von Anpassungserscheinungen, z. B. alle heute betrachteten, als zweckmäßige Anpassungserscheinungen vorkommen, wenn wir als Zweck die Erhaltung des Individuums bzw. der Art annehmen. Nun, von diesem Gesichtspunkt aus ist es ganz zweifellos, daß zunächst einmal die *Anpassungsfähigkeit* eine zweckmäßige Eigenschaft der lebenden Substanz ist. Viel schwerer schon ist die Entscheidung darüber zu

treffen, ob im Einzelfall eine Anpassung zweckmäßig ist oder nicht. Das Gehirn des Alkoholikers lernt mit der Zeit die anfangs funktionsstörenden Folgen großer Alkoholdosen überwinden. Damit geht aber gleichzeitig der den Gesamtorganismus warnende Erfolg der Funktionsstörung verloren, und der Gesamtorganismus geht daher allmählich am Alkohol zugrunde. Vielleicht sind aber Alkoholiker von vornherein nicht kerngesunde, weil nicht widerstandsfähige Individuen, und es ist für die Erhaltung der Art diese Auslese zweckmäßig. Wie in diesem Fall, fehlt uns wohl in den meisten die Voraussicht, beurteilen zu können, was für den Endzweck vorteilhaft ist oder nicht.

Sehen wir aber einmal von dieser Schwierigkeit ab, die den Wert der Betrachtung unter dem Gesichtspunkt der Zweckmäßigkeit für die Erhaltung der Art wenigstens im Einzelfall als bis zu einem gewissen Grade zweifelhaft erscheinen lassen muß, so bleibt doch immer bestehen die Tatsache, daß viele Anpassungen für die Aufrechterhaltung der Funktionen im individuellen Dasein uns zweckmäßig scheinen müssen. Dahin gehören z. B. die verschiedenen Ausgleicherscheinungen, die wir nach Ausfall eines Organs beobachtet haben. Vielleicht ist die Anzahl dieser zweckmäßigen Anpassungen relativ nicht groß im Vergleich zur Zahl der überhaupt vorkommenden und scheint uns nur groß, weil infolge unseres Selbsterhaltungstriebes sie uns die wichtigsten sind.

Jedenfalls kommen sie häufig genug vor und wir sträuben uns dagegen, und es schiene uns recht künstlich und gezwungen, sollten wir ihr Vorkommen nur als ein zufälliges betrachten. Wir müssen also zusehen, ob wir nicht etwa von der heute durchgeführten Analyse aus eine Erklärung dafür finden, zumal das Problem der Zweckmäßigkeit der Anpassungen im Mittelpunkt grundsätzlicher Diskussionen steht.

Nun hat schon *Nothnagel*¹⁵⁾ nachdrücklich darauf hingewiesen, daß schon unter normalen Verhältnissen die funktionierenden Zellen und Gewebe nur mit einem Anteil ihrer Leistungsfähigkeit tätig sind, sie besitzen, wie man wohl sagt, eine Reservekraft. Man bedenke nur, wie weit die Leistungsfähigkeit eines Muskels in einem gegebenen Moment seine gewöhnlich betätigte übersteigt. Andererseits zeigt sich die Existenz überschüssiger Einrichtungen darin, daß wir von selbst so lebenswichtigen Organismen wie Leber und Bauchspeicheldrüse große Teile ohne auch nur vorübergehenden Funktionsausfall entfernen können, bei der Bauchspeicheldrüse beispielsweise $\frac{4}{5}$ ¹⁶⁾. Wohlgemerkt, in beiden Fällen treten nicht etwa andere Organe vicariierend ein: Ich könnte die Beispiele beliebig häufen. Wir sehen also, daß der Organismus so organisiert ist, daß er schon unter normalen Verhältnissen über eine große Reservefunktionsfähigkeit verfügt.

Nun zu den zweckmäßigen Neuanpassungen

zurück: Wir haben gesehen, daß sie samt und sonders derart zustande kommen, daß unter dem Einfluß der dafür adäquaten Reize entweder schon geübte Funktionen gesteigert werden oder daß nachweislich vorhandene, aber aus irgendwelchen Gründen latent gebliebene oder gewordene Funktionsfähigkeiten geweckt und gesteigert werden oder daß vorhandene Eigenschaften, die bislang, wie der Wachstumstrieb, gehemmt waren oder infolge Mangels des adäquaten Reizes sich in besonderer Richtung nicht äußern konnten, dies nunmehr tun. Jedenfalls sind es immer vorhandene Funktionen oder Eigenschaften, die die Anpassung ermöglichen. Und wenn wir nun genauer zuschauen, sind es gerade und in besonderem Maße die lebenswichtigen, die sog. vegetativen Funktionen, die durch Reserveeinrichtungen gegen funktionsmindernde Wechselfälle gesichert sind. Ich erinnere Sie nur noch einmal daran, daß das Herz in allen seinen Teilen befähigt ist, die für die Aufrechterhaltung des Kreislaufs und damit des Lebens unentbehrlichen rhythmischen Kontraktionsreize zu erzeugen, obwohl es sie nur in der Not braucht. Wir sehen also die Anpassungen durch dasselbe Prinzip ermöglicht und bedingt, das auch unter gewöhnlichen Bedingungen verwirklicht ist: das der Bestandssicherung durch überschüssiges oder Reservevermögen der lebenden Organismen, also durch die besondere, natürlich nicht weiter analysierbare Organisation. Die Anpassungen sind nichts anderes als die Inanspruchnahme der vorhandenen Reservebefähigung bei Einwirkung der adäquaten Reize. Damit wird aber das Rätsel der Zweckmäßigkeit der Anpassungen zu einer Teilerscheinung des Rätsels der besonderen Organisation der lebenden Materie.

Literaturangaben.

Die mit * versehenen bedeuten zusammenfassende Darstellungen.

¹⁾ *Jaquet* und *Stähelin*, Stoffwechselversuch im Hochgebirge. Arch. f. exper. Pathol. u. Pharm. Bd. 46, S. 274, 1901.

²⁾ * *von Noorden*, Hdb. d. Pathol. des Stoffwechsels: Arzneimittel und Gifte in ihrem Einfluß auf den Stoffwechsel, von *O. Loewi*. Bd. II, S. 663, 1907.

³⁾ *E. Weber*, Der Nachweis der durch Muskelarbeit herbeigeführten zentralen Ermüdung durch die Veränderung der bei Muskelarbeit eintretenden Blutverschiebung. Dubois Arch. f. Physiol. S. 290, 1914.

⁴⁾ * *P. Th. Müller*, Infektion und Immunität, Jena, Fischer 1912, S. 258.

⁵⁾ *Goltz* und *Ewald*, Der Hund mit verkürztem Rückenmark. Pflügers Arch. Bd. 63, S. 362, 1896.

⁶⁾ * *P. Ernst*, Die Pathologie der Zelle. Handb. d. allg. Pathologie von *Krehl* und *Marchand* Bd. III, Abtl. 1, S. 81, 1915.

⁷⁾ *Rothberger*, Physiol. des Kreislaufs in: Hdb. der Herz- und Gefäßerkrankungen, herausgeg. von *Jagie*, II. Bd., 1. Teil, S. 80 ff., 1913.

⁸⁾ *Miescher*, Correspondenzbl. f. Schweizer Ärzte Nr. 14, 1893.

⁹⁾ * *v. Tschermak*, Die Physiologie des Gehirns. Nagels Hdb. der Physiologie Bd. IV, 1909.

¹⁰⁾ Vergl. auch *Kunkel*, Hdbch. der Toxikologie S. 826, 1899.

¹¹⁾ *Pawlow*, Die Erforschung der höheren Nerventätigkeit. Vortrag. Groningen 1913.

¹²⁾ Pringsheim, Chemische Untersuchungen über das Wesen der Alkoholtoleranz. Biochem. Zeitschr. Bd. 12, S. 143, 1908.

¹³⁾ Faust, Über die Ursachen der Gewöhnung an Morphin. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. Bd. 49, S. 217, 1900.

¹⁴⁾ * Kassowitz, Allgemeine Biologie Bd. II, S. 84 ff., 1899.

¹⁵⁾ Nothnagel, Über Anpassungen und Ausgleichungen bei pathologischen Zuständen. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. XVII, Supplem.

¹⁶⁾ Minkowski, Untersuchungen über den Diabetes melitus nach Exstirpation der Pankreas. Arch. f. exper. Path. u. Pharmakol. Bd. 31, S. 111, 1893.

Kritik an der üblichen elementaren Anwendung des Parallelogrammgesetzes auf die Bewegungsvorgänge am Segel.

Von Dr. Viktor Kutter,

zurzeit kommandiert nach dem Gr. Hauptquartier.

Die übliche Darstellung der Segelwirkung besteht bekanntlich darin, daß die Windkraft als ein statischer Druck PQ auf die Segelfläche AB betrachtet und zweimal hintereinander zerlegt wird, zunächst in die Komponente PR senkrecht zum Segel und RQ parallel zu ihm. Diese letztere Komponente „äußert keine Wirkung auf das Segel, sondern gleitet an ihm ab“¹⁾ und entspricht dabei der dem Segel entlang rückwärts streichenden nicht mehr wirksamen Luftmenge, während die andere Komponente abermals zerlegt wird in die Kraft PS längsschiffs und SR querschiffs; alsdann ist PS die gesuchte Kraft, die das Schiff in der Kiel-

würde irgendeine in einem Augenblick fehlen, so würden die beiden andern allein in dieser Zeit eben nicht die Kraft PQ darstellen. Infolgedessen kann die Komponente RQ nicht der rückwärtsstreichenden nicht mehr wirksamen Luft entsprechen, weil ein Luftteilchen nicht im Punkte P einen Druck ausüben und zugleich auch parallel dem Segel entlang rückwärts streichen kann. Diese beiden Vorgänge sind hier örtlich und daher auch zeitlich voneinander getrennt. Die Komponente RQ kann aber auch nicht an dem Segel abgleiten, denn dieser Ausdruck würde offenbar besagen, daß die fragliche Kraft zwar durch die Strecke RQ der Größe und Richtung nach dargestellt wird, aber keinen Angriffspunkt besitzt, während bei allen Operationen, die wir mit Kräften vornehmen, es immer die selbstverständliche Voraussetzung ist, daß jede dieser Kräfte den elementarsten Bedingungen genügt, indem sie die Definition einer Kraft erfüllt. Nach der Definition ist aber eine Kraft erst bestimmt durch die drei Momente: Angriffspunkt, Richtung und numerische Größe.

So liegt also hier zur Erzwingung des gewünschten Effektes eine Art logischer Erschleichung vor, die sich seit Generationen forterbte und die darin besteht, daß unter dem Scheine der mathematischen Form Elemente eingeführt werden, die den elementarsten Anforderungen widersprechen, da ja die Komponente RQ vollwertig in

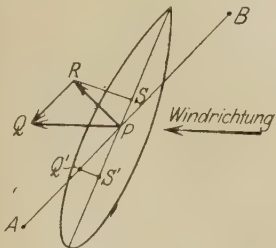


Fig. 1.



Fig. 2.

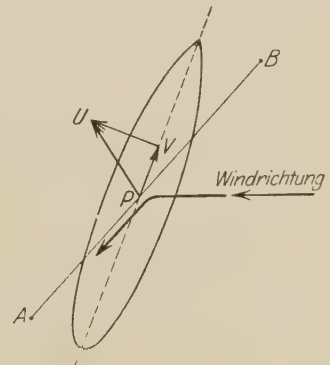


Fig. 3.

richtung vorwärts treibt, während SR die Abtrift bewirkt.

In dieser Darstellung soll, wie das allgemein erstrebt wird, ein dynamisches Problem auf ein statisches zurückgeführt werden, doch ist die Ausführung hierbei keine vollständige. Denn bei einer statischen Auffassung des Problems darf die Zeit entweder gar keine oder nur eine sehr bedingte Rolle spielen. Faßt man daher den Winddruck PQ nach der Gleichung

$$PQ = PS + SR + RQ$$

als eine statische Kraft auf, so kann man sich diese durch die drei Komponenten ersetzt denken, und dabei müssen nun notwendigerweise alle drei Komponenten gleichzeitig vorhanden sein, denn

¹⁾ Lehrb. d. Mechanik von H. Lübsen; 5. Aufl., bearb. von Prof. Dr. A. Donath, S. 101.

Rechnung gesetzt wird, während sie die Definition einer Kraft gar nicht erfüllt.

Versucht man aber eine Korrektur durchzuführen, indem man der Kraft RQ ebenfalls einen Angriffspunkt im Punkte P gibt, und zerlegt dann ebenfalls in die Komponente PS' längsschiffs und $S'Q'$ querschiffs, so zeigt sich ohne weiteres, daß auf diesem Wege keine Vortriebskraft in der Kielrichtung entsteht, denn nunmehr ist die Windkraft in vier Komponenten zerlegt, und es gilt die Gleichung:

$$PQ = PS + SR + S'Q' + PS',$$

wobei die Komponenten PS und PS' einander entgegenwirken und eher einen Rücktrieb als einen Vortrieb ergeben.

So scheint also eine Lösung des Problems in elementarer Weise nur auf anderem Wege möglich

zu sein, und vielleicht ist die einzuschlagende Richtung durch das nachfolgende einfache Experiment geboten.

Wird ein mäßig starker Wasserstrahl schief gegen eine Wandung gerichtet, so wird der untere Teil des Wasserstrahles schon in einiger Entfernung von der Wandung abgebogen und alsdann nicht ruckweise, sondern successive in die Richtung parallel zur Wandung übergeführt, während einige obere Teile des Strahles an der festen Fläche der Wand emporgetrieben werden, wie dies Fig. 2 zur Darstellung bringt.

Übertragen wir diesen Vorgang auf den Luftstrom vor dem Segel, so werden die Luftteilchen vor der Segelfläche *AB* zu einer krummlinigen Bewegung gezwungen, wie sie in Fig. 3 schematisch angedeutet ist; und die Folge hiervon ist dann, daß diese Teilchen Zentrifugalkräfte ausüben, deren Gesamtwirkung in einem Druck auf die Segelfläche besteht und durch den Vektor *PU* dargestellt wird. Zerlegt man diesen Vektor längsschiffs und querschiffs, so erhält man die zwei Komponenten, die die Gleichung

$$PU = PV + VU$$

nunmehr in der vorgeschriebenen Weise erfüllen und zugleich auch den Elementarbedingungen genügen, so daß man auf diese Weise eine einwandfreiere Erklärung der Bewegungsvorgänge am Segel erhält. Natürlich gelten diese Ausführungen auch für die analogen Vorgänge am Drachen und letzten Endes also auch für den Vogelflug, wo allerdings noch kompliziertere Vorgänge, namentlich Wirbelbewegungen hinzukommen.

(Veröffentlicht mit Erlaubnis der zuständigen Militärbehörden.)

Geographische Mitteilungen.

Der Kaiserin-Augusta-Fluß (Sepik) in Deutsch-Neuguinea. Eine Expedition des Reichs-Kolonialamts hat in den Jahren 1912 und 1913 das Gebiet dieses größten Stromes unseres Südschutzgebietes eingehend erforscht, und W. Behrmann erstattet im 12. Ergänzungsheft der Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten (Berlin, 1917) einen Bericht über die geographischen Ergebnisse, der besonders ausführliche Mitteilungen über den Sepik selbst enthält. Dieser Fluß entspringt in der Zentralkette des Gebirges, das ganz Neu-Guinea als Rückgrat durchzieht. Seine höchsten Quellflüsse dürften aus dem bis nahezu 4000 m aufsteigenden Viktor-Emanuel-Gebirge kommen, das an der deutsch-holländisch-britischen Grenze gelegen ist. Er fließt dann nahe der holländisch-deutschen Grenzlinie nach Norden, wendet sich aber bald nach Osten und strömt in zahlreichen Windungen längs des 4. Grades südlicher Breite dem Meere zu. Von der zentralen Gebirgskette zweigen sich an der Nordseite einzelne Gebirgsäste ab, zwischen denen die Hauptnebenflüsse des Sepik ihm nordwärts zufließen. Die bis 1900 m aufragende Westkette, die 1700 m hohe Schattenburgkette, das 1400 m hohe Hunsteingebirge und die 2400 m hohe Schraderkette konnten besucht und ihr geologischer Bau erforscht werden, soweit dies die überall vorhandene Urwaldvegetation und die oft mehrere Meter dicke Verwitterungsrinde

zuließen. Ein altes, stark gefaltetes und verworrenes Grundgebirge, in dem Gneise, Glimmerschiefer, Schiefer und Grauwacken vorherrschen, ist von Quarzadern und alten vulkanischen Gängen durchsetzt. Auf große Ausdehnung hin wird es von jüngeren Sedimentgesteinen überlagert, von denen namentlich eine weitverbreitete mächtige Sandsteindecke an verschiedenen Punkten festgestellt werden konnte. Aus späterer Zeit stammen zahlreiche Verwerfungen, deren Sprunghöhen stellenweise 1000 m übersteigen. Nördlich der Schraderkette, die das Quellgebiet des untersten und größten Nebenflusses des Sepik, des Töpferflusses, darstellt, treten als jüngste Gesteine Korallenkalke auf, welche die bekannten Verwitterungsformen, wie Erdfälle, Schlundlöcher, Schratten, Karren usw. aufweisen. Auf der Nordseite des Sepik, von welcher nur wenige kleinere Nebenflüsse kommen, sind die Gebirge trotz der größeren Küstennähe ziemlich unbekannt. Behrmann erörtert eingehend die Modellierung, welche diese Gebirge durch die abtragende Kraft des fließenden Wassers erlitten haben. In allen Teilen hat die Erosion eine tiefe Durchtalung hervorgerufen. Aber die Täler haben vielfach nicht die typische Form eines V, sondern bilden weite Talauen, die versumpft oder mit Anschwemmungsprodukten des Flusses erfüllt sind. Diese Tatsache sowie der Aufstau der Nebenflüsse zu Seen deuten auf ein Sinken des Gebirges in der Gegenwart hin.

Die Mündung des Sepik verrät sich an der mit Mangroven bestandenen Küste schon weithin durch die Trübung des klaren Meerwassers und die Mengen der treibenden Baumstämme. Über eine Mündungsbarre hinweg fährt man in den Fluß ein, der hier in einer Breite von 500 m, die sich jedoch in der Regenzeit durch die seitlichen Überschwemmungssümpfe auf viele Kilometer erweitert, zuerst eine Mangrovelandschaft durchströmt, die weiter stromaufwärts durch Sago-sümpfe abgelöst wird. Die Gezeiten konnten 40 km stromaufwärts noch in einem Ausmaß von etwa $\frac{1}{2}$ m festgestellt werden und dürften ihre Grenze erst 55 km von der Mündung erreichen. Hier beginnt die weite Zone der Grassümpfe, die der Fluß innerhalb eines natürlichen, von ihm selbst aufgeschütteten Dammes durchfließt. Sucht man vom Ufer aus in das Innere hineinzudringen, so gerät man nach Überschreiten des 15–150 m breiten Dammes, der allein Baumvegetation trägt, in einen unpassierbaren Schilf- und Zuckerrohrsumpf. Nur der Damm des Flusses selbst ist daher bewohnbar, und auf ihm haben die Eingeborenen ihre Dörfer sowie ihre Kokosnuß-, Tabak-, Taro- und Jams-Plantagen angelegt. Die weite Strecke des Damms flusses gliedert sich in mehrere Unterabteilungen, und besonders dann, wenn der Fluß an die Berge herantritt, gewinnt die Landschaft ein anderes Aussehen, indem Grassumpf und Galeriewald durch die üppige Vegetation der Bergwälder abgelöst wird. Die Berge bieten auch den Eingeborenen günstige trockene Wohnstätten, neben denen Kokosnüsse und Betelpalmen gut gedeihen, bequeme Zugänge zu den Landjagdgebieten vorhanden sind, während der Fluß die Fischnahrung gibt, der Damm bequemen Kulturboden ohne viel Rodung gewährt, und die seitlichen Verbindungen zu den Sumpfreionen eine Einfahrt mit Einbäumen und ein Flößen der Sagostämme erlauben. Den Charakter als Tieflands-Dammfluß behält der Strom bis etwa 142° östlicher Länge. Etwas weiter westlich erreicht die Kleinschiffahrt ihre Grenze, und es beginnt der Abschnitt, in dem der Fluß vorwiegend erodiert. Nahe der holländischen Grenze kann die Schifffahrt nur noch mit Einbäumen und eigens dazu mitgebrachten tüchtigen

eingeborenen Ruderern ausgeführt werden. Ein besonderes Kapitel des Werkes beschäftigt sich mit den bis dahin völlig unbekannten rechten Nebenflüssen, die von der Zentralkette herabkommen. Weit über das örtliche Interesse hinaus gehen die grundlegenden Ausführungen des Verfassers über den Charakter der Tieflandsflüsse im allgemeinen, den normalen Stromabfluß, die Mäanderbildung, die Änderungen des Stromlaufs und die Hochwasser, die im Maximum eine Erhöhung des Wasserstandes um 7,15 m über dem niedrigsten beobachteten Wert verursachten.

Die Grenze zwischen west- und osteuropäischer Kultur. Trotz zahlreicher Versuche einer Definition des Kulturbegriffs ist es bisher noch nicht gelungen, einwandfreie Merkmale der Kultur aufzustellen. Kenntnis des Lesens und Schreibens, Verbrauch von Seife, Freisein von Aberglauben, Anzahl der Zeitungen, Prozentsatz der bestellten Bodenfläche und ähnliche Momente kommen nur zum Teil in Betracht oder lassen sich nicht genau feststellen. Prof. R. F. Kaindl (Graz) hat daher in Petermanns Mitteilungen 1917, Heft 1, untersucht, wieweit sich eine, unserem Gefühl nach zweifellos vorhandene Grenze zwischen der Kultur des Westens und des Ostens auf der Karte ziehen läßt.

Eines der deutlichsten unterscheidenden Merkmale ist die *Sprache*, und wenngleich natürlich die Frage, welche Sprachen dem Westen und welche dem Osten zuzuteilen sind, strittig bleibt, so darf man doch wohl mit vollem Recht die russische Sprache dem östlichen, die deutsche dem westlichen Kulturkreise zurechnen. Nun umfaßt die deutsche Handelssprache fast die ganze westliche Hälfte Rußlands. Ihre Grenze verläuft etwa von Petersburg über Kursk und Charkow bis zur Mündung des Dnjepr in das Schwarze Meer, und sie ist die östlichste der in die Karte eingetragenen Kulturgrenzen.

Eine andere Grenze liefert uns das *Glaubensbekenntnis*, da die vom Weströmischen Reich ausgegangene romanisch-deutsche Kultur unbedingt fortschrittlicher und entwicklungsfreudiger gewesen ist als die von Byzanz beeinflusste osteuropäische. Der Verfasser führt verschiedene Einzelheiten an, in denen zum Ausdruck kommt, daß im großen und ganzen das Verbreitungsgebiet der griechisch-orthodoxen Religion auch ein Gebiet geringerer Kultur ist. Mit der Religion hängt die Verbreitung der *Kalender* alten und neuen Stils zusammen. Hier hat der Weltkrieg eine erhebliche Änderung hervorgebracht, indem der rückständige Julianische Kalender in Bulgarien und dem Türkischen Reiche durch den in Westeuropa geltenden Gregorianischen ersetzt worden ist. Dem östlichen Kulturkreis gehört auch das Festhalten an der *Cyrillica* an, jener aus der griechischen Schrift im 9. Jahrhundert entstandenen, die bei Russen, Ruthenen, Bulgaren und Serben noch heute im Gebrauch ist.

Alle Zweige der materiellen und geistigen Kultur in Polen, Ungarn, den Balkanländern, Rumänien und Rußland sind von deutscher, zum Teil auch von französischer und englischer Kultur durchdrungen worden, deren Einflüsse sich in allen Gewerben und Industrien zwar nachweisen, aber nicht durch die Konstruktion einer Grenzlinie auf der Karte zum Ausdruck bringen lassen. Die Durchdringung des osteuropäischen Kulturkreises durch westeuropäische Einflüsse konnte aber doch z. B. durch Hervorhebung der Orte, an denen deutsche Zeitungen erschienen, gekennzeichnet werden.

Das *deutsche Recht* hat seit dem Mittelalter einen Siegeszug über einen großen Teil von Osteuropa angetreten, so daß Kosakengerichte z. B. den Sachsen-Spiegel anwandten. Mit dem deutschen Stadtrecht ging

das deutsche Zunftrecht Hand in Hand, und mit dem letzteren ist zugleich das deutsche Handwerk und seine Erzeugnisse nach Osten gewandert, was noch heute in dem Vorhandensein deutscher Bezeichnungen für zahlreiche handwerkliche Fachbenennungen zum Ausdruck kommt.

Das Vordringen des *deutschen Hauses* und seiner Einrichtungen nach Osten ist ebenfalls eine der interessantesten Erscheinungen. Die Ostgrenze fränkischer Hausformen verläuft über Libau, Wilna, Pinsk durch Ostgalizien und Ostungarn.

Wenn auch die Forschung noch nicht so weit vorgedrungen ist, um alle diese Einflüsse auf den Osten genau feststellen und eine eindeutige Grenzlinie zwischen west- und osteuropäischer Kultur ziehen zu können, so bietet doch die von Prof. P. Langhans entworfene Karte, die jedoch erst dem Februarheft von Petermanns Mitteilungen beigegeben ist, außer den bereits erwähnten Verbreitungsgrenzen noch eine Fülle von Einzelheiten und von informatorischem Material, das gerade in der jetzigen Zeit außerordentlich willkommen ist. Vor allem bildet die in 36 verschiedenen Farbtönen und Signaturen dargestellte Verteilung der einzelnen Völker Europas über den Kontinent eine überaus dankenswerte Bereicherung der geographischen Literatur.

Das Sinken des Wasserspiegels im Victoria-Njansa.

Die hydrographischen Verhältnisse der zentralafrikanischen Seenregion, die so lange zu den geographischen Rätseln gehört haben, sind heute im großen und ganzen geklärt, wenngleich noch manche Probleme der endgültigen Lösung harren. Zu diesen letzteren gehört die Frage nach dem ständigen Sinken des Seespiegels in dem gewaltigen Wasserbecken, des Victoria-Njansa, der nach den Messungen von J. Perthes eine Gesamtfläche von 68 800 qkm hat, an Größe also nur von dem Kaspischen Meer, dem Aralsee und dem Oberen See übertroffen wird (J. Perthes, Der Victoria-Njansa. Göttingen 1913). Die am Ufer des Sees wohnenden Waschaschi haben die Überlieferung, „daß der See stirbt“, und zahlreiche Forscher vertreten die Ansicht, daß er in langsamem Austrocknen begriffen ist. Demgegenüber betonte Perthes, daß die Frage, ob eine *konstante* Wasserstandsabnahme, d. h. eine allmähliche Austrocknung stattfindet, zurzeit noch nicht spruchreif sei.

Beim Studium von Karten über die zentralafrikanische Seenregion aus dem 16. und 17. Jahrhundert machte nun neuerdings T. Langenmaier eine Entdeckung, welche diese Streitfrage von einer neuen Seite beleuchtet (Alte Kenntnis und Kartographie der zentralafrikanischen Seenregion. Münchener Dissertation. Erlangen 1916). Auf jenen Karten findet sich als einer der Quellseen des Nil der Zaflan-Lacus eingezeichnet, dessen Umrissformen jedoch so sehr von denjenigen des Victoria-Njansa abweichen, daß eine Identifizierung beider Seen nicht angängig erschien. Langenmaier fand jedoch, daß die Umrissform des Zaflan-Lacus mit der Gestalt einer, 30 m über dem heutigen Seespiegel gezogenen Niveaulinie übereinstimmte, welche namentlich die Lage, Form und Größe einer riesigen Bucht in der Mitte des Westufers getreulich wiedergab. Unter eingehender Würdigung jener alten Kartenquellen und der modernen Beobachtungen gelangt er zu dem Resultat, daß der Wasserspiegel des Victoria-Njansa um die Mitte des 16. Jahrhunderts noch etwa 30 m höher stand als heute und damals an Stelle der jetzigen Kagera-Ebene jene große Seebucht gebildet hat, wie sie auf den alten Darstellungen des Zaflan-Sees abgebildet wurde. Der Seespiegel hätte sich demnach im Durch-

schnitt um 9 cm jährlich erniedrigt. Bezüglich der Ursache dieser starken Wasserabnahme schließt sich *Langenmaier* der Ansicht von *Stuhlmann* an, daß wahrscheinlich klimatische Ursachen mit einer starken Tiefenerosion des bei den Riponfällen ausfließenden Nils zusammenwirken. *O. Baschin, Berlin.*

Botanische Mitteilungen

Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme.

Wir haben in der Schweiz keine Landesanstalt für Pflanzengeographie, die mit reichlichen Mitteln versehen im Großen die *Aufnahme des Landes in geobotanischer* Hinsicht in die Hand nähme, um durch das Studium der Vegetation diese Wissenschaft zu fördern und dadurch auch zu Nutzen von Forst- und Landwirtschaft zu wirken. In vorbildlicher Weise löst die Geologie die analogen Aufgaben. Unter dem bescheidenen Titel der „Geologischen Kommission“ wird eine Summe von Forschertätigkeit geleistet, die den Vergleich mit den großen geologischen Landesanstalten des Auslandes wohl aushält. Um eine analoge geobotanische Landesaufnahme zu ermöglichen, trat 1914 die *Pflanzengeographische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* ins Leben, deren Gründung durch eine Stiftung ermöglicht worden war. Die Pflanzengeographische Kommission setzt sich die Untersuchung der gesamten *Vegetation* der Schweiz, hauptsächlich der Pflanzengesellschaften, zur Aufgabe. Sie veranlaßt geobotanische Arbeiten nach bestimmten, von ihr aufgestellten Programmen. Sie kann auch begonnene oder von Forschern vorgeschlagene Arbeiten nach Eingabe eines Arbeitsprogrammes unterstützen.

Die „Vegetation“ ist hier gewissermaßen im Gegensatz zur „Flora“ zu verstehen, deren Studium nicht eingeschlossen ist. Die Systematik und Floristik werden von alters her in den wohl ausgerüsteten Instituten der Hochschulen, in den Mittelschulen sowie in den kantonalen und lokalen Vereinigungen gepflegt. Im weiteren erinnere ich auch an die „Fortschritte der Floristik“, die regelmäßig in den Berichten der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft erscheinen. Diese Gebiete gehören nicht zu dem Kreise der Aufgaben unserer Kommission. Hingegen soll sie für Einheitlichkeit in der geobotanischen Terminologie und der Kolorierung der Karten sorgen. Sie beginnt nun eine neue Publikationsserie unter dem Namen *Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme*. Bis jetzt sind zwei Hefte dieser Serie erschienen, die kurz besprochen werden sollen:

Pflanzengeogr. Kommission der Schweiz. Nat. Ges.: Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme 1. Vorschläge zur geobotanischen Kartographie von Dr. *Eduard Rübel* (Zürich). Mit 2 Tafeln. Ausgegeben am 28. September 1916. Den Berichten der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft, Heft XXIV (1916), für die Mitglieder und den Tauschverkehr beigelegt. Zürich 1916, Kommissionsverlag von Rascher & Co. 1,50 Fr.

Unter den Aufgaben der Pflanzengeographischen Kommission der Schweiz. Nat. Ges. steht auch die, daß die Kommission für Einheitlichkeit in der Kolorierung und Bezeichnung der schweizerischen Vegetationskarten sorgen soll. Als ein weiterer Ausblick bleibt dann eine Skala für die ganze gemäßigte und kalte Zone, deren Aufstellung schon lange dringend gewünscht wird.

Die Ausführungen über die allgemeinen Gesichtspunkte für die Anlegung von Vegetationskarten lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Von vorhandenen Kartengrundlagen eignet sich der Topographische Atlas der Schweiz (Siegfriedatlas)

vorzüglich. Eine Ausführung der Alpenblätter in 1 : 25 000 ist sehr wünschenswert. 2. Die Karte darf nicht überladen sein; sie soll sich auf das Synökologische beschränken. Man verweise floristische, edaphische und klimatische Darstellungen auf eigene Karten, event. auf durchscheinende Auflegekarten. 3. Die vorzuschreibenden Normalien sollen sich auf das allgemein Wichtige beschränken, die Signaturen auf die gesellschaftlich wichtigen Typen. 4. Was die topographische Karte schon gibt, soll mitverwertet werden. 5. Die Karte soll, wenn nichts anderes bemerkt ist, den gegenwärtigen Zustand der Vegetation darstellen (Wiesen und Kulturen wechseln auf demselben Boden). 6. Die Farbengebung soll sich, soweit möglich, der Natur anpassen. 7. Das Kartenbild soll möglichst wenig gestört werden, darum sollen für die Flächentöne nur leichte Farben verwandt werden. 8. Es soll möglichst Anlehnung an schon vorhandenes Gutes genommen werden. 9. Für ausgedehnte Gesellschaften sollen Flächentöne verwandt werden, event. mit Zeichen, für weniger Kartenraum einnehmende Gesellschaften Zeichen. 10. Die Zeichen sollen alle voneinander verschieden sein, nicht dasselbe in mehreren Farben wiederkehren. 11. Die Zeichen sollen sich soweit möglich der Natur des Dargestellten anpassen. 12. Zu weiterer Einteilung der Pflanzengesellschaften können leicht faßliche Buchstabenkombinationen (*Drüde*) verwandt werden.

Der Arbeit sind zwei Tafeln beigegeben, die eine mit den Zeichenvorschlägen, die andere mit den Farbenschemata. Was die Zeichen anbetrifft, so hat sich die Kommission auf eine Liste geeinigt, die den Ansprüchen gerecht werden dürfte. Die Zeichen sind so gewählt, daß sie sich möglichst der Natur anpassen und sich daher rasch und leicht dem Gedächtnis einprägen werden.

Die Verteilung der Farben hat die Kommission an Hand vorhandener Karten, ferner durch eine größere Reihe Mal- und Druckproben eingehend geprüft, aber sich noch nicht für Einzelheiten festgelegt. Sehr wünschenswert ist es, für jede Formationsgruppe eine eigene Farbe zu besitzen, ähnlich wie die Geologen für Jura Blau, für Kreide Grün usw. Innerhalb der Gruppe sollen Unterschiede durch Stärkedifferenzen erzeugt werden. Vollton und Halbton geben gute Resultate. Ob noch weitere Teilung durch feinere Strichelung und Punktdruck möglich ist, scheint nach den vorhandenen Druckproben nur noch für den Punktdruck wahrscheinlich, wenn es nicht auf Kosten der Lesbarkeit der Karte gehen soll. Die beigegebene Farbentafel stellt dar, was die Kommission als eine der besten bisherigen Lösungen bezeichnet hat, die aber erst einige Zeit an praktischen Beispielen erprobt werden soll, bevor über Beibehaltung oder Abänderung Beschluß gefaßt wird.

In Aussicht genommen sind für Nadelgehölze eine blaugrüne Serie, für Fallaubgehölze eine frischgrüne Serie, für Zwerggesträuch rosa, für Hartwiesen (trocken) gelb, für Kulturen orange, für immergrüne Wiesen eine hellgrüne Serie, für Sumpfwiesen flüßblau, für submerse Bestände seenblau und für Hochmoore violett. Die von der „Kartographia A.-G.“ Winterthur angefertigte Farbtafel ist im ganzen gut geraten, jedoch einige Farben haben nicht ganz den gewünschten Ton des handgemalten Originals: Das Grün der immergrünen Wiesen sollte etwas gelblicher sein als es im Druck ausgefallen ist, die Farbe der Kulturen etwas frischer orange und die Hochmoorfärbung etwas bläulicher.

Pflanzengeogr. Kommission der Schweiz. Nat. Ges.: Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme 2. Programme für geobotanische Arbeiten im Auftrage der

Schweizerischen Pflanzengeographischen Kommission verfaßt von E. Rübel, Präsident, C. Schröter, Vizepräsident, H. Brockmann-Jerosch, I. Schriftführer. Ausgegeben am 30. November 1916. Den Berichten der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft, Heft XXIV (1916), für die Mitglieder und den Tauschverkehr beigelegt. Zürich 1916, Kommissionsverlag von Rascher & Co. 1 Fr.

Die Kommission hat die Aufgabe, die geobotanische Durchforschung der Schweiz nach allen Richtungen zu fördern und so auf dem von Hermann Christ durch sein „Pflanzenleben der Schweiz“ 1879 so breit und anregend gelegten Fundament weiter zu bauen. Diese Aufgabe erblickt die Kommission nicht nur darin, die von verschiedener Seite in Angriff genommenen geobotanischen Arbeiten zu unterstützen, sondern sie möchte auch anregend auf die Anhandnahme neuer Probleme wirken. Diesem Zweck sollen die vorliegenden Programme dienen: Sie sollen dem angehenden Geobotaniker eine Wegleitung und dem erprobten neue Anregung bieten; sie greifen die den Verfassern heute besonders wichtig und dankbar erscheinenden Probleme heraus.

Die Programme sind nach folgenden Kapiteln geordnet:

- I. Gebietsmonographien,
- II. Monographien einzelner Pflanzengesellschaften,
- III. Monographien einzelner Arten nach ihrer Gesamtökologie und Verbreitung,
- IV. Ökologische Faktoren und Anpassungserscheinungen,
- V. Behandlung geobotanischer Einzelercheinungen,
- VI. Geschichte der Flora und der Vegetation der Schweiz.

Für die Gebietsmonographien werden die zu untersuchenden Fragen durchgegangen: was an orographischen Faktoren aufgeführt werden soll, welche klimatischen Faktoren aus den vorhandenen meteorologischen Aufzeichnungen herausgerechnet werden können und welche selber gemessen werden müssen. Dabei wird auf die zurzeit bekannten Instrumente aufmerksam gemacht. Sodann werden die edaphischen Faktoren erläutert und besonders auf die biotischen Faktoren eingegangen, unter denen den Wettbewerbsverhältnissen und den anthropogenen Wirkungen bisher nicht überall genügende Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Es folgen die „Pflanzengesellschaften“ mit der Feststellung des Bestandes, Einzeichnen in die Karte, Feststellung der Verbreitungstatsachen nach der Schätzungsmethode, der Zählmethode und der gewichtsanalytischen Methode, den Höhenstufen und Höhengrenzen, den Sukzessionen, der Darlegung der Verbreitungsgesetze, den ökologischen Einzelbeobachtungen und der Anlage der Florenliste (Standortskatalog).

Das II. Kapitel macht darauf aufmerksam, wie wichtig die Verfolgung einer einzelnen Pflanzengesellschaft durch die ganze Schweiz wäre. Hierzu gehört z. B. die noch fehlende rein wissenschaftliche Durcharbeitung verschiedener Waldtypen, die auch für den Forstmann von Nutzen wäre, zu dessen Ausführung er aber selber wegen anderweitiger Inanspruchnahme nicht gelangt.

Das III. Kapitel bespricht die Monographien einzelner Arten nach ihrer Gesamtökologie und Verbreitung. Im IV. Kapitel werden ökologische Faktoren und Anpassungserscheinungen aufgezählt, deren Studium sich zu selbständigen Arbeiten eignet, wie z. B. der Lichtgenuß der Pflanzen, die relative Transpiration extremer ökologischer Typen, das Verhältnis von Niederschlag zu Verdunstung usw. Das V. Kapitel gibt

Beispiele wünschenswerter Themata, die geobotanische Einzelercheinungen behandeln, wie die Bodenstetigkeit, die Überwinterungsstadien, die Frage, welche Formationen im gleichen Klima gleichzeitig nebeneinander auftreten können, usw. Das VI. Kapitel behandelt die genetische Geobotanik.

Zum Schluß wird ein Verzeichnis der bisher erschienenen schweizerischen geobotanischen Monographien gegeben. Als Fußnoten wird ziemlich viel Literatur zitiert, wobei nicht auf Vollständigkeit gesehen ist, sondern darauf, dem Leser die Werke anzugeben, wo er weitere Literatur findet oder wo Anregungen zu finden sind.

Eduard Rübel, Zürich.

Chemische Mitteilungen.

Neue Ergebnisse der Kohlenforschung. Vor einigen Monaten teilte der Leiter des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Kohlenforschung in Mülheim a. d. Ruhr Prof. Franz Fischer eine Reihe wichtiger Forschungsergebnisse über die Produkte verschiedener neuer Behandlungsarten der Kohlen mit. Anläßlich der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf am 4. März 1917 ergänzte Prof. Fischer seine Ausführungen. Die Arbeiten sind mit Rücksicht auf dringende technische Aufgaben vorläufig mehr in praktischer Richtung ausgebaut worden. Von großer technischer Bedeutung ist es, daß man aus dem Teer, der durch Destillation der Kohlen bei niedriger Temperatur gewonnen wird, sämtliche Produkte der Petroleumindustrie, also Paraffin, Schmieröle, petrolartige Öle und Benzine erhalten kann. Unter den bisher nur wissenschaftlich interessanten Errungenschaften wäre die nahezu vollständige Überführung der Kohlensubstanz in wasserlösliche Verbindungen mittels Ozoneinwirkung zu erwähnen. Ausführlichere Angaben über die verschiedenen neuen und vervollkommenen Prozesse und deren Produkte sind von Fischer und seinen Mitarbeitern in nahe Aussicht gestellt. Wir referieren über die bisher bekanntgemachten Fortschritte nach dem oben genannten Vortrage Fischers. (*Stahl und Eisen* 1917, S. 346.)

Als **Tieftemperaturteer** bezeichnet F. Fischer jenen Teer, der bei der Destillation von Steinkohle bei gewöhnlichem Druck, aber bei einer 450° nicht überschreitenden Temperatur gewonnen wird. Dieser Teer ist ganz ähnlich zusammengesetzt, wie der von Pictet und von Wheeler durch Vakuumdestillation gewonnene, nähert sich aber insofern mehr dem von Wheeler erhaltenen, als er ebenfalls auch Phenole einschließt. Fischer und Gluud erreichten durch Anwendung rotierender Destillationsgefäße, daß keine lokale Überhitzung stattfinden kann. Bisher lag es stets im technischen Interesse, entweder recht viel Gas zu erzeugen (Leuchtgasindustrie) oder einen recht festen Koks zu erzielen (Kokerei). Daher war das Einhalten niedriger Destillationstemperaturen in der Praxis unerwünscht. Eine Gasflammkohle z. B. gab bei niedriger Temperatur destilliert aus 100 kg Kohle nur 6 cbm Gas, während die gewöhnliche Kokerei eine sechsfache Gasausbeute erzielt. Dafür wurden aber 10 kg Teer erhalten, während man sonst nur etwa 4 % erhält. Der zurückbleibende Koks wurde von Fachleuten als sog. Halbkoks gewertet. Er dürfte als rauchlose Kohle Verwendung finden können. Würde dies nicht der Fall sein, so sollte er in Verbindung mit einem Gaserzeuger noch, heiß zur Gewinnung von Generatorgas benützt werden. Derartige Halbkoks ist in England von der Coalite-Compagnie und anderen Gesellschaften schon früher auf ähnlichem Wege erhalten worden. Seiner leichten Zerreiblichkeit wegen ließ er sich aber nur

schwer verwerten. Der Tieftemperaturteer enthält weder Naphtalin noch Anthrazen. Die Menge der Phenole beträgt je nach der Kohlenart 14—50 % des Teers. Phenol (Karbolsäure) ist kaum vorhanden, wohl aber die Verbindungen von den Kresolen aufwärts. Nach Abtrennung dieser alkalilöslichen Phenole und Destillation des Rückstandes mit überhitztem Wasserdampf wurden ausgezeichnete Schmieröle gewonnen. Sie machen 10—15 % des Teers aus; es sind wohlriechende, goldrote, viskose Flüssigkeiten. Außerdem enthält der Teer 15—33 % nichtviskose petrolartige Öle, die zum Teil aus ungesättigten, zum Teil aus gesättigten Kohlenwasserstoffen der Naphtenreihe bestehen. Sie sind, wie das Petroleum, schwach optisch aktiv. Schließlich wäre zu erwähnen, daß sowohl der Tieftemperaturteer, wie auch das bei der Destillation gebildete Gas je 0,2—0,3 % (auf das Gewicht der Kohle bezogen) leicht siedender Kohlenwasserstoffe enthält, welche sich durch fraktionierte Destillation in alle jene Benzinarten trennen lassen, die man aus dem Petroleum gewinnt, also: Petroläther, Ligroin, Leicht- und Schwerbenzine. Das Gas hat einen gegenüber dem gewöhnlichen Leuchtgas oder Kokereigas außerordentlich hohen Heizwert von etwa 9000 Kalorien, da es zur Hauptsache aus Methan, Äthan und schweren Kohlenwasserstoffen besteht. Der Tieftemperaturteer kann, wie *Fischer* meint, ebenso wie der Kokereiteer es bisher gewesen ist, ein Rohmaterial für zahlreiche Industrien werden, und man könne nunmehr sagen, daß die Kohle nicht nur für die Chemie der aromatischen Verbindungen, sondern auch für die der hydroaromatischen und aliphatischen als Fundgrube betrachtet werden kann. Die Destillation der Braunkohle im Vakuum ist bisher nicht beschrieben worden. Nach *F. Fischer* enthält der hierbei gewonnene Teer Montanwachs sowie dessen Zersetzungsprodukte. Mitteldeutsche Kohlen ergaben fast 30 % eines gelbbraunen, bei Zimmertemperatur festen Teers, dessen Erstarrungspunkt 53° betrug, während der gewöhnliche Schwelteer einen Erstarrungspunkt von ca. 30° zeigt. Trotz des hohen Erstarrungspunktes bildeten etwa die Hälfte des Teers viskose Öle. Es wurde auch ein Tieftemperaturteer aus Braunkohle hergestellt, der noch unverändertes Montanwachs enthielt und der auf Trieböle und Paraffin verarbeitet werden konnte.

Die Extraktion der Kohle mit Benzol ist bisher nur in der Braunkohlenindustrie technisch durchgeführt worden. Man erhält bei der Temperatur des siedenden Benzols (80°) etwa 11 % Extrakt, der aus einem Gemenge eines wirklichen Wachses (Montanwachs) und Harzen besteht. Wird die Extraktion mit flüssiger schwefliger Säure bei gewöhnlicher Temperatur ausgeführt, so erhält man ein typisches Harz. Die Extraktion von Steinkohlen hat bisher nur geringe Ausbeuten ergeben. Am ergiebigsten war noch jene mit Pyridin, doch erwies sich diese als praktisch nicht verwertbar. Mit siedendem Benzol erhielten *Pictet* und *Ramseyer* nur 0,1—0,15 % Extraktstoffe auf das Gewicht der Kohle bezogen. *F. Fischer* und *Glud* konnten dagegen durch Extraktion unter Druck mit Benzol bei 270° die Ausbeute bis auf etwa das 60-fache, bis auf 6,5 %, erhöhen. Braunkohlen gaben unter diesen Umständen 25 % Extrakt. Die Ausbeute an Extraktstoffen kommt also nach diesem neuen Verfahren etwa der gewöhnlichen Teerausbeute gleich. Der

Benzolextrakt der Steinkohle bildet eine grünfluoreszierende Flüssigkeit, die nach der Entfernung des Benzols petrolartig riecht. Durch Behandeln mit Ligroin kann der Extrakt in einen kleineren löslichen (etwa 1 %) und einen größeren (etwa 5 %) unlöslichen Anteil getrennt werden. Der lösliche Anteil bildet ein goldgelbes Öl, der unlösliche Teil einen braunen Körper vom Schmelzpunkt 160°. Die Extraktion der Steinkohle mit flüssiger schwefliger Säure liefert nur jenen flüssigen, öligen Bestandteil in 0,5—1 % der Kohlensubstanz. Dieses riechende goldrote Öl entspricht auch der Schmierölfraction des Tieftemperaturteers. Da sie also auch schon bei Zimmertemperatur aus der Kohle extrahiert werden können, entsprechen diese Verbindungen jedenfalls unveränderten Bestandteilen der ursprünglichen Kohlen. Merkwürdigerweise quillt die Kohle bei der Behandlung mit schwefliger Säure auf und verliert derart den Zusammenhang, daß sie schon bei der geringsten Erschütterung in der Flüssigkeit in staubfeine Teilchen zerfällt.

Die Überführung der Kohle in wasserlösliche Substanzen ist von *F. Fischer* mittels Ozon erreicht worden. Während die bei der Vakuumdestillation, bei der Destillation bei niedriger Temperatur und bei der Extraktion mit überhitztem Benzol oder kalter schwefliger Säure gewonnenen Produkte sich nur auf jenen kleineren Anteil der Kohlensubstanz beziehen, die sozusagen als Verkittungsmittel der Kohle dient, kann man durch Einwirkenlassen von Ozon auf in Wasser suspendierte Kohle allmählich bis 92 % der Kohle in in Wasser lösliche Verbindungen überführen. So läßt sich junge Steinkohle, Torf und Braunkohle umwandeln, während Zellulose, die Muttersubstanz der Hauptmasse der Kohlen, eigentümlicherweise keine glatte Überführung gestattet. Koks gibt nach diesem Verfahren überhaupt nichts Lösliches, Anthrazit nur ungemein wenig. Je älter die Steinkohle ist, desto geringer wird die Ausbeute an diesen löslichen Verbindungen. Der von *Lindner* für die Fettgewinnung gezüchtete Pilz vermag in diesen Lösungen der Kohlensubstanz zwar zu leben, wenn man die dunkle und nach Karamel riechende saure „Kohlenlösung“ mit Ammoniak neutralisiert, aber er setzt kein Fett an. „So gut bekommt ihm die lösliche Kohle doch nicht.“

Hydrierung der Steinkohle. Eine Umwandlung der Hauptmenge der Kohlensubstanz in lösliche Stoffe gelingt auch durch Hydrierung. Nach älteren Versuchen von *Berthelot* erhält man durch Erhitzen von Holz, Braunkohle oder Steinkohle mit Jodwasserstoff bei 280° ein dem Rohpetrol ähnliches Öl. Während *Berthelot* aus Steinkohle etwa 60 % dieses Öles erhielt, konnten *F. Fischer* und *Tropsch* die Ausbeute bei einer Gasflamkohle auf 80 % erhöhen. Fettkohle gab nur 50 %, Anthrazit nur 12 %. Je jünger die Kohle, desto größer die Ausbeute. Eine Verflüssigung der Kohlensubstanz wurde in den Nachprüfungen nicht erhalten; die angegebenen Werte beziehen sich auf die in Chloroform löslich gewordenen Umwandlungsprodukte. Eine für die Praxis aussichtsreichere Hydrierungsmethode ist die Destillation der Kohle unter hohem Wasserstoffdruck. Bei Temperaturen zwischen 500—750° erhielten *Fischer* und *Keller* hierbei sehr hohe Teerausbeuten, nämlich bis zu 20 %. Nach einer Patentschrift von *Bergius* soll die Kohle auf diese Weise sogar völlig in flüssige Verbindungen übergeführt werden können.

G. Trier, Zürich.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 32.

10. August 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Emissions- und Absorptionsspektren der Röntgenstrahlen. Von *Dr. Manne Siegbahn, Lund*. S. 518.

Über die Wirkung äußerer Reize auf das Blutbild des Säuglings. Von *Dr. Rudolf Hess* und *Dr. Richard Seyderhelm, Straßburg i. Els.* S. 519.

Besprechungen:

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Bd. VII. Von *Carl Weihe, Berlin*. S. 522.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Der Kulturwert von Wald, Savannen und Steppen im tropischen West-Afrika. S. 523.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Arzneipflanzenkultur und Kräuterhandel

Rationelle Züchtung, Behandlung und Verwertung der in Deutschland zu ziehenden Arznei- und Gewürzpflanzen.
Eine Anleitung für Apotheker, Landwirte und Gärtner

Von

Th. Meyer

Apotheker in Colditz

Zweite Auflage. Mit 21 Textabbildungen

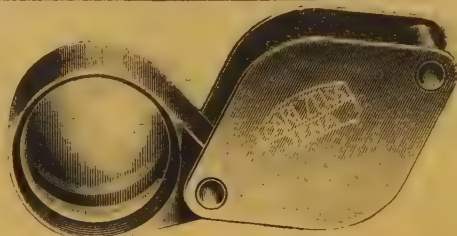
In Leinwand gebunden Preis M. 5,40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für

Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG

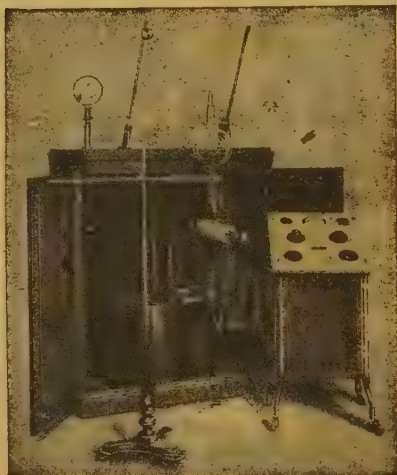


WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorfürhungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

10. August 1917.

Heft 32.

Emissions- und Absorptionsspektren der Röntgenstrahlen.

Von Dr. Manne Siegbahn, Lund,

Physikalisches Institut der Universität.

1. Einleitung.

Nachdem jetzt die Untersuchungen über die Röntgenspektren der chemischen Elemente so weit fortgeschritten sind, daß eine Orientierung über das ganze Gebiet möglich ist, scheint es angemessen, einen Rückblick über den Entwicklungsgang und die wichtigsten Ergebnisse dieser neuen Errungenschaft zu werfen. Es ist dies um so mehr erwünscht, als die Früchte dieser wissenschaftlichen Zweige in weit größeren Kreisen von Nutzen sein dürften, als nur in denen, welche sich bisher an der Erforschung dieser Fragen beteiligt haben. Besonders denken wir dabei an die Bedeutung der röntgenspektroskopischen Methoden für den Chemiker. Wenn auch die älteren Untersuchungen, z. B. von *Barkla* und seinen Mitarbeitern, gezeigt hatten, daß jedes chemische Element durch die von ihm bei geeigneter Erregung ausgesandten Röntgenstrahlen charakterisiert werden konnte, war diese Tatsache für chemische Zwecke nicht gut verwertbar. Die Lauesche Entdeckung der Interferenz der Röntgenstrahlen in Kristallen zusammen mit den experimentellen Arbeiten von *Bragg* u. a. hat eine wirkliche Spektroskopie der Elemente innerhalb der kurzen Wellen, wie sie die Röntgenstrahlen darstellen, ins Leben gerufen.

2. Unsere älteren Kenntnisse über die „charakteristischen“ Röntgenstrahlen der chemischen Elemente.

Die Röntgenstrahlen entstehen bekanntlich dadurch, daß die in einem Vacuumrohr von der Kathode ausgeschleuderten negativen Partikeln (Elektronen, Kathodenstrahlen) mit großer Geschwindigkeit auf ein Hindernis (die Antikathode, bei den ersten Rohren sogar die Rohrwandung) aufprallen. Wie die spätere Forschung gezeigt hat, ist die beim Stoß der Kathodenstrahlen entstehende neue Strahlung von ganz derselben Art wie die Lichtwellen, nur sind die Wellenlängen weit kleiner. Während nämlich die früheren (sichtbaren) von der Größenordnung 0,000 04—0,000 08 cm sind, bewegen sich die Wellenlängen bei den Röntgenstrahlen zwischen den Grenzen 0,000 000 12 bis 0,000 000 008 cm und bei den wesensgleichen γ -Strahlen sogar bis herunter zu 0,000 000 007 cm.

Ehe man noch imstande war, die Wellenlängen der Röntgenstrahlen zu bestimmen, wurde zu ihrer

Charakterisierung die Durchdringungsfähigkeit benutzt, und zwar wurde durchweg bei solchen Bestimmungen die Absorbierbarkeit in Aluminium verwandt. Dabei nimmt man an, daß die Intensität der Strahlung J nach Durchdringen einer Platte von der Dicke d , wenn die einfallende Strahlung J_0 war, bestimmt wird durch eine Gleichung von der Form:

$$J = J_0 e^{-\mu d} \dots \dots \dots (1)$$

μ wird der Absorptionskoeffizient genannt. Im allgemeinen bezieht man die Absorption statt auf Längeneinheit auf Masseneinheit. Der so erhaltene Massen-Absorptionskoeffizient $\frac{\mu}{\rho}$ spielt für die älteren Messungen dieselbe Rolle wie jetzt die Wellenlängenangaben. Es sei hervorgehoben, daß eine Gleichung wie (1) nur dann gilt, wenn die Strahlung einigermaßen homogen ist.

Um die Ergebnisse der älteren Röntgenforschung überblicken zu können, ziehen wir die schematische Darstellung in Fig. 1 heran. Das vom Röntgenrohr kommende Strahlenbündel trifft die Platte AB und wird von dieser zum Teil durchgelassen. Außerdem aber entstehen beim Auftreffen noch drei verschiedene Strahlengattungen, Sekundärstrahlen:

1. zerstreute X-Strahlung,
2. charakteristische Röntgenstrahlung,
3. korpuskuläre (β -) Strahlung.

Von diesen drei Strahlungen interessiert uns jetzt nur die „charakteristische“ Strahlung, so genannt, weil die Eigenschaften (Absorbierbarkeit, Wellenlänge) derselben nur von dem Sekundärstrahler AB abhängen und für dieses Element bezeichnend sind. Die früheren Untersuchungen haben gezeigt, daß diese Strahlung homogen ist, d. h. sie folgt streng der Gleichung (1). Die Bestimmung des Absorptionskoeffizienten μ dieser charakteristischen Strahlung für eine Reihe von Elementen bildet den Gegenstand einer größeren Zahl von Arbeiten. Als allgemeine Ergebnisse stehen fest: 1. Jedes Element besitzt wenigstens zwei homogene Strahlungen (nach *Barkla* K - und L -Reihen). 2. Beim Fortschreiten zu Elementen mit größeren Atomgewichten werden die charakteristischen Strahlen härter, d. h. die Absorptionskoeffizienten kleiner, und zwar gilt dies sowohl für die K - wie für die L -Reihe.

Eine Zusammenstellung der Absorptionskoeffizienten findet sich in Tabelle 1. Es sind außerdem eingetragen die Werte der Halbwertschicht, d. h. die Dicke einer Al-Platte, die die Hälfte der einfallenden Strahlung durchläßt.

Tabelle I.
Absorptionskoeffizient der charakteristischen
Strahlung der Elemente im Aluminium.

Element	μ ρ cm/gm		Halbwert- Schicht in 10^{-2} cm	Element	μ ρ cm/gm		Halbwert- Schicht in 10^{-2} cm
	K-Reihe	L-Reihe			K-Reihe	L-Reihe	
13 Al	580		0,04	42 Mo	4,8		5,3
20 Ca	435		0,05	47 Ag	2,5	700	10,3
24 Cr	136		0,19	50 Sn	1,57		16,4
25 Mn	100		0,26	51 Sb	1,21	435	21,2
26 Fe	88,5		0,29	53 J	0,92	300	28
27 Co	71,6		0,36	56 Ba	0,8	224	32
28 Ni	59,1		0,43	58 Ce	0,6		43
29 Cu	47,7		0,54	74 W		30	0,86
30 Zn	39,4		0,65	78 Pt		22,2	1,16
33 As	22,5		1,14	79 Au		21,6	1,19
34 Se	18,5		1,39	82 Pb		17,4	1,48
35 Br	16,3		1,57	83 Bi		16,1	1,6
37 Rb	10,9		2,35	90 Th		8,0	3,2
38 Sr	9,4		2,7	92 U		7,5	3,4

Die frühere Forschung hatte noch einige wichtige Eigenschaften der charakteristischen Strahlung

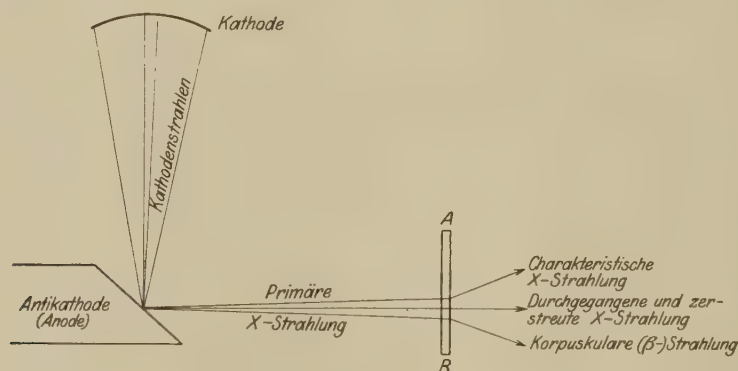


Fig. 1.

lung erkannt, die wir aber lieber im Lichte der neueren Ergebnisse darlegen wollen. Nur sei auf einen Befund von *Kaye* hingewiesen, der für die Weiterentwicklung von größter Bedeutung ist und der besagt, daß die charakteristische Strahlung ebensogut durch Kathodenstrahlen direkt ausgelöst werden könne wie durch primäre Röntgenstrahlen. Da in dieser Weise, d. h. durch Anbringung des betreffenden Stoffes als Antikathode in einem Röntgenrohr weit kräftigere Strahlen erhalten werden können, ist dieses Verfahren später am meisten benutzt worden.

3. Die Grundlage der röntgenspektroskopischen Methoden.

Über die Interferenz der Röntgenstrahlen in Kristallen ist früher von berufener Seite in dieser

Zeitschrift berichtet worden. Für unsere Zwecke genügt es darum, zu erinnern, daß ein Röntgenstrahl von der Wellenlänge λ , der eine Kristallfläche unter dem Glanzwinkel φ trifft, nur dann gespiegelt werden kann, wenn die Voraussetzung

$$n \lambda = 2 d \sin \varphi \quad (2)$$

erfüllt ist. d ist der Abstand zwischen der Atomenebene parallel der spiegelnden Fläche und der spiegelnden Fläche (welche selbst eine Atomenebene sein muß); n ist eine kleine ganze Zahl, die die „Ordnung“ der Reflexion angibt. Die Spiegelung geht immer so vor sich, daß der Einfallswinkel und der Ausfallswinkel gleich sind.

Die Bestimmung des zu einem gegebenen Röntgenstrahl gehörigen Reflexionswinkels φ gestattet daher nach Gleichung (2) die Berechnung der Wellenlänge λ , vorausgesetzt, daß d bekannt ist. Der Wert von d wurde zuerst für Steinsalz von *Bragg* bestimmt. Nimmt man an, daß die Na- und Cl-Atome abwechselnd in den Ecken von Kuben liegen, so muß einerseits ρd^3 das Gewicht pro Elementarkubus darstellen (ρ = Dichte = 2,17), andererseits wissen wir, daß 1 Gramm, d. h. 23,05 + 35,45 g der Substanz *N* (Avogadros Zahl) Moleküle enthält. Das Gewicht pro Molekül daher $\frac{58,50}{N}$ und pro Atom im Mittel $\frac{58,50}{2N}$.

Wir erhalten dann zur Bestimmung von d

$$\rho d^3 = \frac{58,50}{2N}$$

Leider ist zurzeit der Wert von N nicht hinreichend gut bekannt. Man erhält etwa

$$d = 2,81 \cdot 10^{-8} \text{ cm.}$$

Von einer Reihe von Autoren wurde der Wert zu

$$d = 2,814 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$$

gesetzt, wie er zuerst von *Moseley* berechnet ist und von *E. Wagner* als Ausgangswert vorgeschlagen wurde.

Durch vergleichende Messungen können dann die Gitterkonstanten anderer Kristalle auf diesen Wert bezogen werden. Von den bis jetzt am

meisten für spektroskopische Zwecke benutzten Kristallen sei angegeben (Spaltflächen):

	$d \cdot 10^{-8}$ cm
Kalkspat	3,028
Gips	7,621
Ferrocyankalium	8,454
Glimmer	etwa 9,9
Rohrzucker	etwa 10,5

4. Methoden der Wellenlängenbestimmung bei Röntgenstrahlen.

Die Benutzung der Gleichung (2) für Wellenlängenbestimmungen erfordert eine Methode, mit deren Hilfe das Eintreten von Reflexion an der Kristallebene bestimmt werden kann. Bei den ersten Untersuchungen wurde dies mit Hilfe einer Ionisationskammer gemacht, und zwar in der Weise, daß an einem gewöhnlichen Spektrometer das Kollimatorrohr durch zwei hintereinander gestellte Spalte ersetzt wurde; der reflektierende Kristall wurde am Spektrometertische montiert und statt des Fernrohrs die Ionisationskammer eingesetzt. Durch gleichzeitiges Drehen des Kristalls und der Ionisationskammer — die letztere immer um den doppelten Winkel — konnten dann die Winkelwerte φ aufgefunden werden, bei denen Reflexion eintrat. Allerdings ist diese Methode ziemlich mühsam und zeitraubend, noch dazu die Apparate nicht leicht zu handhaben. Durch geeignete Maßnahmen kann zwar die Arbeit erleichtert werden; wir erwähnen die selbstregistrierende Anordnung von Compton, doch steht bisher dieses Verfahren für spektroskopische Zwecke nicht auf der Höhe der zweiten, jetzt darzulegenden Methode.

Diese Methode benützt die Eigenschaft der Röntgenstrahlen, eine photographische Platte zu schwärzen. Stellt man hinter dem Kristalle senkrecht zur Verlängerung des einfallenden Strahls eine photographische Platte auf, so wird diese außer von der durch den Kristall direkt hindurchgegangenen Strahlung noch von einer Reihe am Kristalle reflektierter Strahlen geschwärzt. Die Voraussetzung, daß auch zu jeder im primären Strahlenbündel vorhandenen Wellenlänge ein Winkel φ nach der Bedingung $n\lambda = 2d \sin \varphi$ wirklich vorkommt, kann durch stetiges Drehen des Kristalles erfüllt werden¹⁾.

5. Spektrum eines technischen Röntgenrohres.

Wir gewinnen einen guten Einblick in die Natur der Röntgenspektren, wenn wir eine Spektralaufnahme bei einem gewöhnlichen technischen

¹⁾ Die Laue-Diagramme, die mit stillstehenden Kristallplatten und durchgehendem Licht erhalten werden, sind hiervon zu unterscheiden. Diese Aufnahmemethode beruht eben darauf, daß ein gewöhnliches Rohr ein kontinuierliches Spektrum aufweist, wodurch zu jedem vorgeschriebenen Winkel (innerhalb gewisser Grenzen) immer im Primärstrahl eine passende Wellenlänge sich findet. Bei dem oben beschriebenen Verfahren gilt es dagegen, zu einer vorausgegebenen Wellenlänge den entsprechenden Winkelwert aufzusuchen.

Röntgenrohre heranziehen. Fig. 2 zeigt eine selbstregistrierte Aufnahme (A. H. Compton), wenn an das Rohr mit Wolframantikathode eine Spannung von maximal etwa 40 000 Volt angelegt wurde. Als Gitter diente dabei ein Kalkspatkristall. Aus dem Spektrogramme ist zu sehen, daß das Röntgenlicht aus einem kontinuierlichen Spektrum mit einigen darüber gelagerten Spektrallinien zusammengesetzt ist. Ferner entnehmen wir aus der Aufnahme, daß das kontinuierliche Spektrum gegen kürzere Wellen (bei etwa $\lambda = 0,3 \cdot 10^{-8}$ cm) eine scharfe Grenze zeigt, während die Intensität nach längeren Wellen allmählich abnimmt, und zwar wird dies wesentlich durch

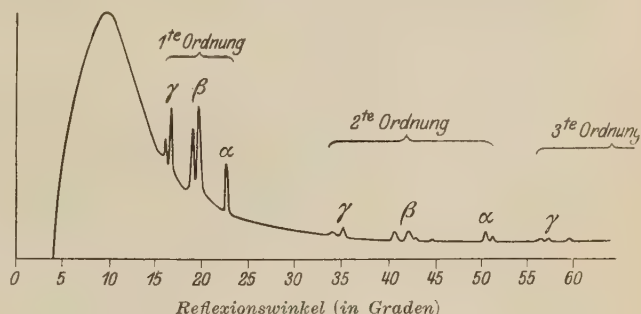


Fig. 2. Spektrum eines technischen Röntgenrohres (Coolidgerohr mit Wolframantikathode). Nach Compton.

die in der Glaswand des Rohres herbeigeführte Absorption der langen Wellen bedingt. Bezüglich der Grenze gegen kürzere Wellen kann man durch Aufnahmen bei verschiedenen Röhrenspannungen zeigen, daß mit steigender Spannung die Grenze nach kürzeren Wellen rückt. Wir kommen später auf diese Fragen zurück.

In erster Linie interessieren uns jetzt die überlagerten Spektrallinien. Wie nach der grundlegenden Gleichung (2) zu erwarten ist, treten sämtliche Linien in mehreren Ordnungen auf. Wie auch theoretisch gezeigt werden kann, nimmt die Intensität mit steigender Ordnungszahl ab. Es verhalten sich zum Beispiel bei Steinsalz die Intensitäten in 1., 2. und 3. Ordnung etwa wie 100 : 20 : 7.

Die in Fig. 2 ersichtliche Gruppe von sechs Linien bildet zusammen mit noch einigen schwächeren Linien die *L-Reihe des Wolframs*. Mit dem Werte von $d = 3,028 \cdot 10^{-8}$ cm an Kalkspat erhält man nach Gleichung (2) die zugehörigen Wellenlängen

$\lambda \cdot 10^{-8}$ cm	$\lambda \cdot 10^{-8}$ cm
1,058	1,278
1,064	(1,296)
1,095	1,471
1,241	(1,481)
(1,258)	(1,672)

Beim Erregen des Rohres mit höheren Spannungen, $> 75\,000$ Volt, erhält man noch eine Gruppe von wenigstens drei Linien, die aber wesentlich kürzere Wellenlängen besitzen. Nach

neueren Messungen von *Hull* und *Rice* sind die Wellenlängen:

$$\begin{aligned} \lambda \cdot 10^{-8} \text{ cm} \\ 0,192 \\ 0,214 \\ 0,218 \end{aligned}$$

Diese Gruppe ist mit der früher besprochenen *K*-Reihe identisch.

6. Die Röntgenspektren der Elemente.

Die eben dargelegte Methode zur Untersuchung der Linienspektren ist bisher nur in einzelnen Fällen benutzt worden. Bei den ersten Arbeiten von *Bragg* wurden in dieser Weise die Hauptlinien des Pt, Os, Ir bei sämtlichen der *L*-Reihe, ferner die *K*-Reihe bei Pd, Rh, Cu, Ni bestimmt.

Einen wesentlichen Fortschritt brachte die Einführung der photographischen Methode von *Moseley* sowie von *de Broglie* und *Herweg*. Das Prinzip dieser Methode ist in 4. gegeben, die praktische Ausführung werden wir weiter unten besprechen.

Eine Durchmusterung des ganzen Spektralgebietes nach dieser Methode ist im unterzeichneten Institute von *Malmer*, *Friman*, *Stenström* und vom Verfasser ausgeführt. Wir wollen an Hand dieser Ergebnisse einen Überblick über den allgemeinen Charakter der Röntgenspektren der Elemente geben.

Eine übersichtliche Zusammenstellung findet sich in Fig. 3, wo die stärksten Linien jedes dritten

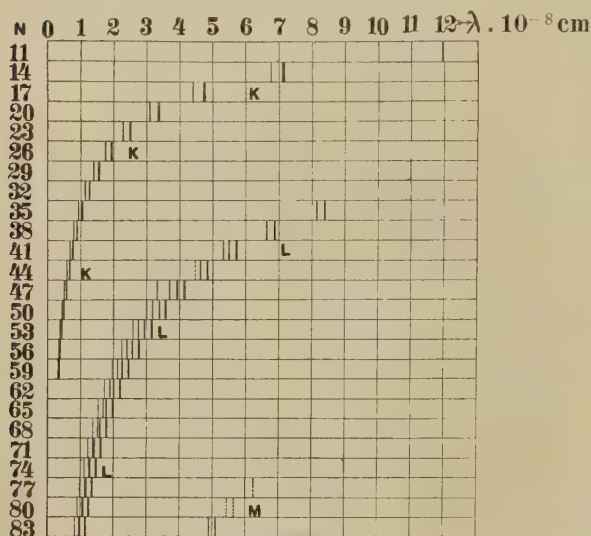


Fig. 3.

Elementes eingetragen sind. Außer den früher besprochenen zwei Gruppen der *K*- und *L*-Reihe findet sich hier noch bei den schwersten Elementen eine vom Verfasser gefundene dritte Gruppe: die *M*-Reihe. Man sieht aus der Figur, wie sämtliche Reihen mit steigendem Atomgewichte nach kürzeren Wellen rücken.

Überhaupt ist es auffallend, wie wenig die verschiedenen Gruppen sich von Element zu Element verändern. Die *K*-Reihe ändert sich von Al bis Sb kaum merklich, wenn wir von der Verschiebung in Wellenlängen absehen. Schon bei der *L*-Reihe kommen zwar kleine, aber doch bemerkenswerte Änderungen vor.

Bei der *M*-Reihe haben die jetzt vorliegenden Untersuchungen gezeigt, daß die Konfiguration der verschiedenen Linien ziemlich schnelle Änderungen erfährt.

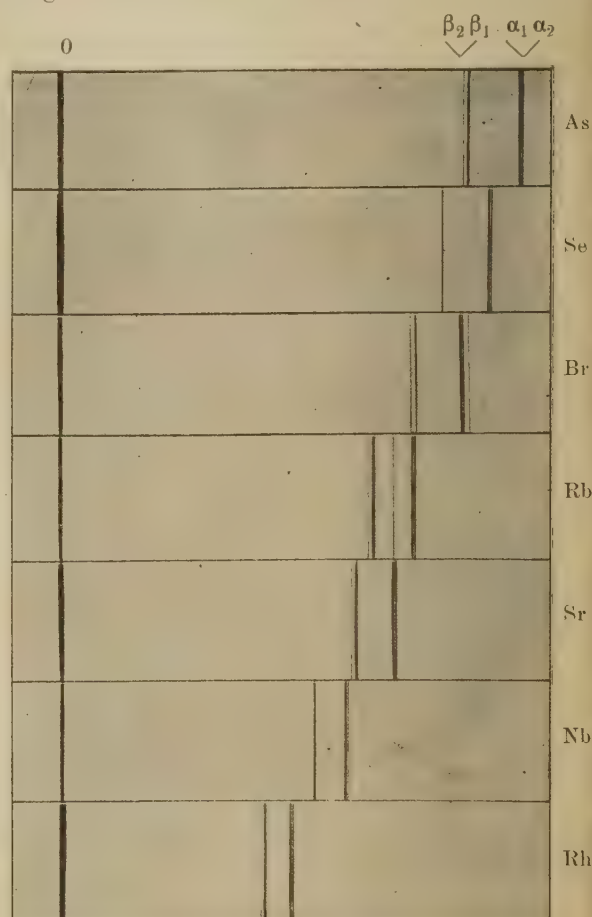


Fig. 4. *K*-Reihe.

Was ferner die einzelnen Liniengruppen betrifft, so können wir sie folgendermaßen charakterisieren. Die *K*-Reihe wird von einer starken Dublette α_1, α_2 , einer Linie mittlerer Intensität β_1 und einer schwachen Linie β_2 zusammengesetzt. Die Reihenfolge dieser Linien (α, β_1, β_2) ist von größeren zu kleineren Wellenlängen. Die Intensitäten verhalten sich etwa wie 6, 10, 4, 1 (Fig. 4).

Die *L*-Reihe (Fig. 5) können wir bei den schwersten Elementen in drei Unterabteilungen zerlegen, die α -, β - und γ -Gruppen mit mehreren Linien in jeder. Beim Fortschreiten nach leichteren Elementen fließen diese Gruppen zusammen.

4) Von einigen Autoren mit γ bezeichnet.

Bei den von uns benutzten Bezeichnungen sind innerhalb jeder Gruppe die Linien nach abfallenden Intensitäten numeriert ($\alpha_1, \alpha_2; \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5; \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$). Aus theoretischem Gesichtspunkt ist eine Bezeichnung, wie sie besonders von *Sommerfeld* eingeführt ist und bei der zusammengehörige Linien entsprechend bezeichnet sind, mehr befriedigend. Wir kommen später darauf zurück.

7. Die Emission der Röntgenspektren.

Wir hatten in 5. bei Besprechung des kontinuierlichen Spektrums eines technischen Rohres auf die bemerkenswerte Tatsache aufmerksam gemacht, daß das Spektrum erst bei einer gewissen Wellenlänge (von kürzeren Wellenlängen gerechnet) einsetzt. Untersuchungen von *Duane* und *Hunt*, *Hull* und *Webster* haben gezeigt, daß

zu erhöhen, um die zur Erregung der bez. Spektrallinie nötige Spannung zu finden.

Wir gewinnen einen guten Einblick in den Emissionsvorgang bei den *Linienpektren*, wenn wir die Fig. 6 (nach Aufnahmen von *Webster*) heranziehen. Es wurde ein gasfreies (Coolidge-) Rohr mit Antikathode aus Rhodium mit konstanter Spannung aus einer Akkumulator-Hochspannungsbatterie betrieben und die Intensitätsverteilung nach der Ionisationsmethode bestimmt. Die Figur zeigt die Verteilungen bei 23 200 und 31 800 Volt. Bei der letzteren Spannung sehen wir ein kontinuierliches Spektrum mit dem darüber gelagerten *K-Reihenspektrum* des Rhodiums. Bei der kleineren Spannung aber ist von dem *Linienpektrum* keine Spur zu sehen, trotzdem die der *K-Reihe* entsprechenden Wellenlängen im konti-



Fig. 5. *L-Reihe*.

diese Minimalwellenlänge λ_{min} oder die dazu gehörige Maximalfrequenz ν_{max} eine der Quantentheorie entnommene Beziehung

$$eV = h \nu_{max} \dots \dots \dots (3)$$

erfüllt, wenn V die Röhrenspannung bezeichnet, e die Elementenladung, h die Plancksche Konstante. Wir betonen nochmals, daß ν_{max} die größte dem kontinuierlichen Spektrum zugehörige Frequenz darstellt. Was V betrifft, so ist diese Größe gleich der von Röntgenstrahl-erzeugenden Elektronen durchlaufenen Spannung. eV stellt daher die Energie der Elektronen beim Aufprall an der Antikathode dar. Die entsprechende Geschwindigkeit (u) bestimmt sich aus der Gleichung

$$\frac{1}{2} m u^2 = eV,$$

wobei m die Masse des Elektrons darstellt.

Anders verhalten sich aber die *Linienpektren*. Die Gleichung (3) ist hier nicht mehr streng erfüllt, doch zeigt die Erfahrung, daß die Gleichung auch hier von Nutzen sein kann. Berechnet man nämlich nach dieser Formel die zu einer gewissen Linienfrequenz (*K- α -Linie*) gehörige Spannung, so hat man den gefundenen Wert um etwa 15 %

nuierlichen Spektrum erregt werden. Daraus sehen wir, daß das *Linienpektrum* erst dann zur Erscheinung kommt, wenn die nach der Formel (3) berechnete Spannung mit einem gewissen Betrag überschritten ist. Ist dies aber der Fall, dann *erscheinen gleichzeitig sämtliche Linien der K-Reihe*.

Entsprechende Untersuchungen bei der *L-Reihe* liegen noch nicht vor, doch deuten die Absorptionsverhältnisse (siehe 8) darauf hin, daß dort zwei (oder vielleicht drei, *de Broglie*) Schwellenwerte der Spannung existieren.

8. Die Absorption der Röntgenstrahlen. Absorptionsspektren.

In nahem Zusammenhang mit den Erregungsbedingungen der *Linienpektren* steht der Absorptionsvorgang. Es ist seit langem bekannt, daß die Absorption der Röntgenstrahlen bei den Elementen eine rein atomistische Eigenschaft derselben ist, d. h. die Absorption ist nur von Zahl und Art der durchstrahlten Atome bestimmt, aber von dem Aggregatzustand oder der chemischen Bindung derselben unabhängig.

Auch in bezug auf die Absorption hat die neue Ära der Röntgenstrahlen eine wesentliche Erweiterung unserer Kenntnisse gebracht. Dies liegt vor allem darin, daß man jetzt imstande ist, wirklich monochromatische Strahlungen zu isolieren, während man früher höchstens mit einer Spektral-

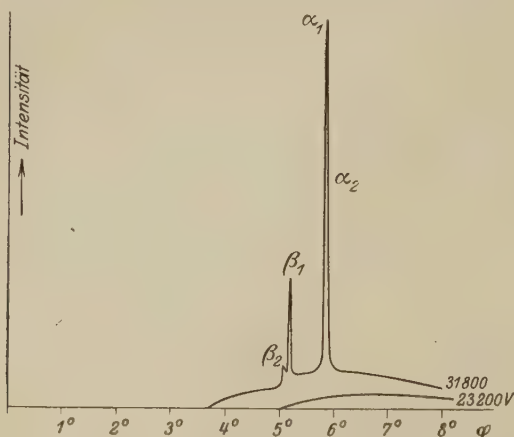


Fig. 6. Strahlung von einer Rh-Antikathode bei den Rohrentenspannungen 23,2 KV und 31,8 KV. (Nach Webster.)

liniengruppe (*K*- oder *L*-Reihe) operieren konnte. So hat die neue Forschung gezeigt, daß man sogar von einem Absorptionsspektrum sprechen kann, wenn auch nicht in ganz demselben Sinne wie beim gewöhnlichen Licht.

Untersucht man z. B. in einem nach 4. gebauten Röntgenspektrometer die Absorption bei

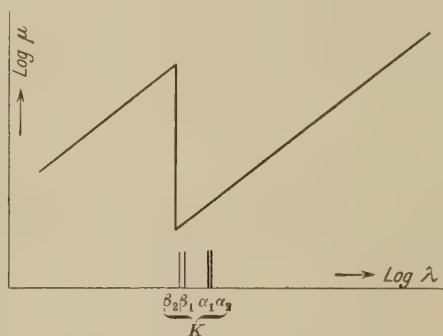


Fig. 7. Absorption in einem bestimmten Elemente als Funktion der Wellenlänge. Die eingezeichneten Linien zeigen die Lage der charakteristischen Wellenlängen. (*K*-Reihe.)

verschiedenen Wellenlängen, so erhält man ein Resultat, wie es die Fig. 7 veranschaulicht. In dieser Darstellung ist statt des durch Gl. (1) definierten Absorptionskoeffizienten μ sein Logarithmus eingetragen; ebenso ist statt der Wellenlänge $\log \lambda$ eingezeichnet.

Wie ersichtlich, ändert sich die Absorption in diesem Diagramme linear mit der Wellenlänge außer bei einer bestimmten Frequenz — der Absorptionsgrenzfrequenz —, wo die Absorption plötzlich von einem Wert zu einem anderen überspringt. Dies tritt bei einer Wellenlänge ein, die sehr nahe an der *K*-Reihe liegt, und zwar an der Seite der kürzeren Wellen.

Untersucht man in entsprechender Weise die Absorption im Gebiete der *L*-Reihe, so findet man statt eines jetzt zwei (event. drei) Sprünge in der Kurve.

Diese Absorptionsgrenzfrequenzen bilden ein ebenso gutes Charakteristikum der chemischen Elemente wie die Spektrallinien, besitzen auch ganz dieselbe Schärfe. In der untenstehenden Tabelle findet sich eine Zusammenstellung dieser Grenzfrequenzen nach E. Wagner und de Broglie.

Diese Wellenlängen sind sämtlich nach einer photographischen Methode gefunden. Photographiert man in der oben angegebenen Weise das von einem technischen Rohre ausgehende kontinuierliche Spektrum, so erhält man bei Einschalten einer absorbierenden Schicht im Strahlungsgang einen scharfen Übergang in der Schwärzung bei der Absorptionsgrenze der absorbierenden Substanz.

Tabelle IIa.

Absorptionsgrenzwellenlängen der *K*-Reihe.

N	Element	Wagner	de Broglie	N	Element	Wagner	de Broglie
26	Fe	1,759		52	Te	0,383	0,383
28	Ni	1,502		53	J	0,369	0,366
29	Cu	1,386	1,384	55	Cs		0,338
35	Br	0,926	0,914	56	Ba	0,331	0,325
37	Rb		0,809	57	La		0,310
38	Sr		0,764	58	Ce	0,298	0,298
40	Zr		0,681	60	Nd	0,282	
41	Nb		0,645	78	Pt		0,150
42	Mo		0,611	79	Au		0,146
46	Pd	0,513	0,503	80	Hg		0,143
47	Ag	0,490	0,479	81	Tl		0,139
48	Cd	0,468	0,458	82	Pb		0,135
50	Sn	0,425	0,419	83	Bi		0,131
51	Sb	0,405	0,398	90	Th		0,098

Tabelle IIb.

Absorptionsgrenzwellenlängen der *L*-Reihe.

N	Element	nach Wagner	nach de Broglie
78	Pt	1,072	1,067
	"	0,934	
79	Au	1,042	1,037
	"	0,914	0,898
82	Pb		0,945
	"		0,811
90	Th		0,756
	"		—
92	U		0,718
	"		0,588

Schon ohne jede absorbierende Substanz zeigt die photographische Platte bei Aufnahme des kontinuierlichen Spektrums zwei scharfe Schwärzungsgrenzen, die von der Absorption des Ag und des Br in der empfindlichen Schicht herrühren. Selbstverständlich sind die Schwärzungsverhältnisse

dann die umgekehrten als wenn die absorbierende Substanz sich außerhalb der Platte befindet.

Sind wir somit jetzt über die Lage der Absorptionsgrenze bei einer Reihe von Elementen unterrichtet, so haben die neueren Untersuchungen auch in betreff des allgemeinen Verlaufes der Absorption zur Klärung geführt. Um diese Fragen näher erörtern zu können, müssen wir zuerst einige begriffliche Distinktionen einführen. Nach Definition ist der „lineare“ Absorptionskoeffizient μ aus der Gleichung

$$J = J_0 e^{-\mu d}$$

bestimmt. J_0 bezeichnet hierbei die Intensität des einfallenden (parallelen) Strahlenbündels, J die Intensität des durchgegangenen Strahlenbündels in derselben Richtung abzüglich der sekundären (zerstreuten, charakteristischen und korpuskularen) Strahlung in diesem Bündel.

Aus dem so bestimmten „linearen“ Absorptionskoeffizienten erhalten wir durch Multiplikation mit wahrem Atomgewicht den Atom-

Dichte

Absorptionskoeffizienten κ . Betreffend den letzteren haben jetzt Bragg und Peirce gezeigt, daß er proportional der 4. Potenz der „Ordnungszahl“ N des Elementes ist. Die Ordnungszahl eines Elementes erhalten wir durch Numerierung der Elemente nach steigendem Atomgewicht $H=1$, $He=2$, usw. Physikalisch denkt man sich, daß diese Zahl ein Maß der positiven Kernladung der betr. Atome darstellt.

Untersucht man andererseits die Abhängigkeit der Absorption in einem bestimmten Elemente von der Wellenlänge der Strahlung, so findet man, wie oben bemerkt, daß zwischen ihren Logarithmen eine lineare Beziehung besteht.

Der Zusammenhang zwischen κ und λ kann daher durch eine Formel

$$\kappa = A \lambda^c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4a)$$

dargestellt werden; A und c sind Konstanten, der letztere etwa 3.

Wollen wir die zwei gefundenen Gesetzmäßigkeiten in einer einzigen Formel zusammenstellen, so können wir schreiben

$$\kappa = C N^4 \lambda^c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4b)$$

Wird λ in 10^{-8} cm ausgedrückt, so hat nach Bragg C den Wert $1,79 \cdot 10^{-6}$ an der einen Seite des Absorptionssprunges, $0,235 \cdot 10^{-6}$ an der anderen.

Es sei erwähnt, daß die älteren sorgfältigen Messungen besonders von Barkla und seinen Mitarbeitern bei Einführung der jetzt bekannten Wellenlänge der bei jenen Messungen verwandten charakteristischen Strahlen auch zum Aufstellen der obigen Formeln herangezogen werden können.

Wir wollen noch kurz eine neue Untersuchung von Hull und Rice über die Absorption bei kürzeren Wellen besprechen. Die oben definierte Absorption μ können wir zweckmäßig in zwei Teile zerlegen. Der eine Teil τ bedeutet den Energieverlust durch Umsetzung in Wärme, charakteristische Strahlung, korpuskuläre Strahlung usw., der zweite Teil (σ) rührt von der diffus

zerstreuten Strahlung her. Wir schreiben daher für den Massenabsorptionskoeffizienten

$$\frac{\mu}{\rho} = \frac{\tau}{\rho} + \frac{\sigma}{\rho}$$

Die Zerstreuung σ kann aber nach der elektromagnetischen Theorie in erster Approximation proportional der Dichte ρ gesetzt werden. $\frac{\sigma}{\rho}$ wird daher eine universelle Konstante (b). Die Experimente von Hull und Rice zeigen jetzt, daß der andere Teil $\frac{\tau}{\rho}$ proportional λ^3 gesetzt werden kann, so daß die vollständigen Formeln lauten:

$$Al: \frac{\mu}{\rho} = 14,9 \lambda^3 + 0,12$$

$$Cu: \frac{\mu}{\rho} = 150,0 \lambda^3 + 0,12$$

$$Pb: \frac{\mu}{\rho} = 430,0 \lambda^3 + 0,12$$

λ ist dabei in Angströmschen Einheiten auszudrücken. Wie die Formeln zeigen, wird das letzte Glied nur bei kürzeren Wellen resp. leichten Atomen bemerkbar.

(Schluß folgt.)

Über die Wirkung äußerer Reize auf das Blutbild des Säuglings.

Von

Dr. Rudolf Heß und Dr. Richard Seyderhelm.

(Laboratorium der Universitäts-Kinderklinik zu Straßburg i. Els.)

Das Blutbild des Säuglings unterscheidet sich von dem des Erwachsenen in erster Linie hinsichtlich der weißen Blutkörperchen. Das Neugeborene zeigt zwar eine prozentische Zusammensetzung, die der des Erwachsenen etwa entspricht, also um 70 % Polynucleäre, um 25—27 % Lymphocyten, der Rest sind Übergangsformen und Eosinophile. Diese Verhältnisse machen aber bereits nach wenig Wochen dem bekannten Bilde Platz, das fast eine Umkehr der prozentischen Werte beim Erwachsenen darstellt. Wir finden nämlich im Säuglingsalter und darüber hinaus bis zum 5.—6. Lebensjahre eine relative Lymphocytose von ca. 65 % Lymphocyten. Die Gesamtzahl der weißen Blutkörperchen entspricht dabei etwa der des Erwachsenen.

Im folgenden sollen Untersuchungen über die Wirkung äußerer Reize auf diese Zusammensetzung mitgeteilt werden. Dabei sollen alle die Maßnahmen und Einwirkungen nicht in den Kreis näherer Betrachtung gezogen werden, bei denen ein Agens *direkt* dem Körper einverleibt wird. Als äußere Reize lassen sich für die folgenden Betrachtungen zwei Reihen aufstellen: 1. solche mit biologischer Wirkung und 2. solche mit vorwiegend reflektorisch-mechanischer Wirkung.

Unter die erste Reihe mit biologischer Wirkung fallen z. B. die Röntgenstrahlen, Radiumstrahlen, das Sonnenlicht und der elektrische Strom in verschiedener Applikationsart.

Die zweite Gruppe umfaßt: hydrotherapeuti-

sche Wirkungen, thermische Einflüsse, Einwirkungen der Muskelbewegungen. Diese Teilung ist etwas schematisch, da der Trennung in die beiden Gruppen teils noch ungeklärte Tatsachen unterlegt sind; sie entspricht also zunächst nur äußeren Gesichtspunkten.

Was nun die Wirkung auf das Blutbild angeht, so greifen die biologisch wirksamen Methoden direkt an den Blutbildungsstätten und an den strömenden Elementen an. Am deutlichsten ist die Einwirkung bei den Röntgenstrahlen, die schon beim normalen Menschen eine intensive Leukocytose mit später folgender Leukopenie hervorrufen. Wie tiefgreifend die Wirkung ist, geht daraus hervor, daß mit der Höhe der Leukocytose der Cholingehalt (des Blutes) vermehrt gefunden wird. Untersuchungen am gesunden Säugling fehlen allerdings hier noch.

Auch von den Sonnenstrahlen sind recht intensive Wirkungen bekannt. Am Erwachsenen — hier hauptsächlich bei Tuberkulose — führt die Sonnenstrahlung zu einer deutlichen Vermehrung der Lymphocyten. Junge Kinder, die Aschenheim der Sonne aussetzte, reagierten gleichfalls mit ziemlich erheblicher Lymphocytose.

Deutlicher noch als am gesunden Organismus sind die biologischen Wirkungen beim Kranken. Wir wissen besonders von den Röntgenstrahlen, daß gerade Blutbilder mit enormer Vermehrung der weißen Formen intensiver Beeinflussung zugänglich sind. Was hier im Zusammenhang mit der physiologischen Lymphocytose noch besonders interessiert, ist die Tatsache, daß die lymphoide Leukämie durch Röntgenstrahlen stark beeinflusst wird und daß die Lymphocyten abnehmen. Für den elektrischen Schwachstrom fanden Seyderhelm und Veraguth vor einigen Jahren einen prägnanten Unterschied zwischen seiner Wirkung auf normale und pathologische Blutbilder. Während die Röntgenstrahlen ja auch auf den Gesunden intensiv einwirken, konnten Seyderhelm und Veraguth für den elektrischen Strom nur einen deutlichen Einfluß auf anormale Blutbilder nachweisen. Vor allem waren es die pathologisch vermehrten Lymphocyten, die durch den Strom vermindert wurden. Die Erklärung für das Verschwinden derartiger Zellformen unter biologischen Einflüssen ist folgende: Man darf wohl als gesichert annehmen, daß die rasche Vermehrung, die die Überschwemmung des Blutes mit diesen Elementen herbeiführt, unfertige Zellen hervorbringt und daß die unfertigen Zellen weniger resistent sind.

Unter diesen Voraussetzungen lag für den Pädiater der Gedanke nahe, die biologische Wertigkeit auch der physiologischen Lymphocytose des Säuglingsblutes zu untersuchen. In der Annahme, daß die Lymphocytose nur eine Übergangserscheinung der frühen Kindheit darstellt, und in der Voraussetzung, daß das Blut des wachsenden Organismus vielleicht empfindlicher als das des normalen Erwachsenen ist, übertrugen

wir die Methode von Veraguth und Seyderhelm auf den Säugling. Röntgenuntersuchungen verboten sich wegen der Gefährlichkeit von selbst. In einer großen Zahl von Untersuchungen wurde der Säugling einem elektrischen Schwachstrom von 10—20 M.-A. und ca. 40 Volt ausgesetzt. Wenn Stromschwankungen vermieden werden und der Strom allmählich einschleicht, scheinen keinerlei störende subjektive Sensationen aufzutreten. Diese müssen allerdings ausgeschaltet werden, da der Säugling sonst schreit und dadurch die Untersuchung stört, wie das noch später auseinanderzusetzen ist.

Das Ergebnis unserer Versuche läßt sich dahin zusammenfassen, daß die physiologische Lymphocytose des Säuglings durch den elektrischen Strom nicht beeinflusst wird. Die Zahl der Gesamt-leukocyten und die Zahl der Lymphocyten bleibt unverändert. Es treten auch im Blutbild keinerlei Reizformen auf. Gegen den elektrischen Strom sind also die normalen Lymphocyten des Säuglingsblutes genau wie die normalen Lymphocyten des Erwachsenen unempfindlich. Ein vermehrter Zerfall wie bei pathologischer Lymphocytose des Erwachsenen tritt nicht auf.

Wie verhält sich nun die pathologische Lymphocytose beim jungen Kinde? Seyderhelm konnte bei Erwachsenen an Fällen von lymph. Leukämie eine deutliche Verminderung der Lymphocyten durch den Strom nachweisen. Er nimmt an, daß diese Lymphocyten, die im wesentlichen frühe Jugendformen sind, gegen den elektrischen Strom wenig resistent sind, ähnlich wie gegen die Röntgenstrahlen. Auch in einem Falle von Pertussis hatte er einen ähnlichen Erfolg. Wir gingen deshalb daran, gerade die Pertussislymphocytose, die in der Literatur erwähnt wird, dem elektrischen Strom zu unterwerfen. Die Untersuchungstechnik ist aus noch zu besprechenden Gründen nicht ganz einfach.

Wir konnten bisher — es handelt sich nur um wenige geeignete Fälle — eine nur geringe Verminderung der Lymphocyten nachweisen. Einige Male blieb sie überhaupt aus. Mit einer gewissen Vorsicht wäre also anzunehmen, daß die Lymphocyten der Pertussis biologisch nicht so minderwertig sind, wie die bei essentiellen Blutkrankheiten. In diesem Fall dient also der elektrische Strom als Hilfsmittel für die Charakterisierung der Lymphocytose.

Die technischen Schwierigkeiten, die schon angedeutet wurden, haben in beiden Versuchsserien ihren Grund in einer Erscheinung, der bisher beim Säugling sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde, und auf die wir selbst erst durch Beobachtungen bei Anwendung des elektrischen Stromes geführt wurden. Das schreiende Kind zeigt nämlich eine gewaltige Veränderung seines Blutbildes. In eingehenden Versuchen konnten wir nachweisen, daß durch das Schreien die Gesamtzahl der Leukocyten plötzlich anstieg, und zwar um zuweilen 8000 Elemente im Kubikmillimeter Blut.

Beruhigt sich das Kind wieder, so ist innerhalb einer halben Stunde diese Zellvermehrung abgeklungen. Wir fanden z. B. bei einem ruhenden Säugling 8000 Leukocyten; nachdem er 5 bis 10 Minuten geschrien hatte, stellten wir 12 000 im Kubikmillimeter fest. Diejenigen Zellformen, die an der Vermehrung beteiligt sind, sind nahezu ausschließlich die *Lymphocyten*.

Wie ist dieser ganze Vorgang zu erklären? Zweifellos handelt es sich nicht um Neubildungen; dazu ist die Zeit viel zu kurz. So braucht es nach Röntgenbestrahlung *Stunden*, ehe die jungen Zellformen erscheinen. Ferner konnten in den Blutpräparaten Jugendformen nicht beobachtet werden.

Wir kennen nun vom Erwachsenen her und aus dem Tierversuch Erscheinungen, die wohl mit diesen Befunden in Parallele zu setzen sein dürften. Nach starken körperlichen Anstrengungen treten Zellvermehrungen auf, die in vielen Fällen nach anfänglicher polynukleären Leukocytose zum Schluß zu einer Lymphocytose führen. So z. B. bei langem Marsch und nach angestrengtem Rudern. Ferner auch beim epileptischen Anfall. Neuerdings beobachtete *L. R. Grote* das Auftreten einer neutrophilen Leukocytose im Anschluß an Krämpfe bei Tetanus. Die Leukocytose erwies sich abhängig von der Intensität der Muskelkrämpfe. Die Erklärung derartiger Vermehrungen der weißen Blutkörperchen wird von den meisten Autoren in einer mechanischen Ausschwemmung durch die Muskelbewegung gegeben. *Grawitz* glaubt allerdings auch ein myogenes Toxin annehmen zu müssen, das reizend auf die Depots der Leukocyten wirkt. Eindeutiger sind die Tierversuche. Wenn Kaninchen durch allmähliche Absperrung der Luft Erstickungskrämpfe bekommen, so tritt ebenfalls eine starke Lymphocytose auf. Diese bleibt aber aus, wenn die Erstickung ohne Krämpfe durch Zuleiten von CO₂ erfolgt.

Es läßt sich also soviel sagen, daß durch starke Muskelbewegung eine absolute Leukocytenvermehrung, und zwar eine Lymphocytose, eintritt. Für den Säugling bedeutet der ganze Vorgang des Schreiens eine recht intensive Muskelanstrengung, die in ihrer Wirkung ganz analoge Ergebnisse hat, wie angestrengte Arbeit des Erwachsenen oder Krämpfe beim Epileptiker oder beim Versuchstier. Es erhebt sich nun weiter die Frage nach der *Herkunft* dieser Lymphocyten. Daß sie nicht rasch ins Blut geworfene neugeborene Formen sind, wurde bereits erwähnt. Durch die Mechanik der heftigen Körperbewegung sind verschiedene Möglichkeiten gegeben. Man weiß von anderen Reizen, wie z. B. thermischen, daß auf ein kaltes Bad hin eine periphere Leukocytose auftritt. Diese wird teilweise durch Übertritt von Plasma aus den Kapillaren in die Gewebe erklärt; außerdem sollen durch die veränderten Strömungsverhältnisse, die der Kältereflex hervorruft, die Leukocyten von der Gefäßwand los- und in den Blutstrom mit hinein-

gerissen werden. Doch ist das allein nicht als Ursache anzunehmen, da in diesem Fall Plasma-veränderungen gefunden werden müßten. Das konnten die Untersucher aber nicht beobachten.

Am wahrscheinlichsten scheint die Beteiligung der zentralen Lymphocytendepots, vor allem der Milz. Untersuchungen von *Walter Frey* haben ergeben, daß die Milzvene schon sehr viel mehr Lymphocyten führt, als die Arterie. Injizierte er (an Menschen und Tierversuchen) *Adrenalin*, so erfolgte eine gewaltige Überschwemmung des Blutes mit Lymphocyten. Diese blieb aber aus, wenn die Milz kurz vorher exstirpiert worden war.

Daraus geht hervor, daß in der Milz sicher ein leicht disponibles Lymphocyten-Depot besteht; ohne auf die mechanische Komponente, die gefäßverengende Wirkung des Adrenalins, einzugehen, kann man also wohl annehmen, daß beim Schreien durch intensive Betätigung der Bauchpresse aus der Milz hauptsächlich Lymphocyten ins Blut gepreßt werden. Die wesentliche Ursache der Schreilymphocytose ist also eine äußere, eine mechanische, zum Unterschied von der Lymphocytose der Strahlenwirkung.

Ähnliche mechanische Vorbedingungen sind auch beim Husten, besonders beim Keuchhustenanfall, anzunehmen. Wenn man die gewaltige Anstrengung und die folgende Erschöpfung bei einem Kind mit Pertussis sieht, so drängt sich diese Parallele sofort auf. Allerdings kennen wir aus der Literatur nur eine infektiöse bzw. postinfektiöse Lymphocytose der Pertussis. Diese besteht sicher auch zu Recht, da sie schon ganz im Beginn der Erkrankung nachweisbar ist. Aber es ist nicht zweifelhaft, daß auch eine mechanische Komponente an der Lymphocytose beteiligt ist, und das um so mehr, als die höchsten Leukocytenwerte (30 000) gerade aus dem anfallreichsten konvulsiven Stadium berichtet wurden (*Schneider*). Dies konnten wir auch sicher nachweisen. Wenn man einen Pertussispatienten unter einem leichten Narkotikum anfallsfrei durch mehrere Stunden halten kann, so läßt sich die *mechanische* Komponente ganz ausschalten. Das gelang in einem abheilenden Fall mit Adalin. Wir fanden nach längerer Ruhe normale Leukocytenwerte. Löste man jetzt einen Anfall aus, so trat prompt eine mechanische Lymphocytose auf.

Schwieriger ist dieser Versuch auf dem Höhepunkt der Krankheit, dem Stadium convulsivum, wo es bekanntlich auch durch Narkotika kaum gelingt, die Anfälle ganz zu unterdrücken. Wir haben aber zweifellos in der Lymphocytose der Pertussis eine Erscheinung vor uns, die zum Teil als *mechanische* Beeinflussung des Blutbildes aufgefaßt werden muß. Daß auch infektiöse Einflüsse dabei im Spiel sind, wurde bereits erwähnt. Dies geht noch weiterhin aus dem Umstand hervor, daß man im Blutbild der Pertussis auch Frühformen von Lymphocyten findet.

Nun liegt der Gedanke nahe, einmal durch den elektrischen Strom die pathologische, d. h. die

infektiöse Komponente der Lymphocytose, zu beeinflussen, andererseits durch Unterdrücken der Anfälle die mechanische Komponente auszuschalten.

Beide Überlegungen sind bereits dargestellt. Die Beeinflussung durch den Strom bedarf noch eingehender Studien. Immerhin ließe sich aus den Beobachtungen, die bisher gemacht werden konnten, sagen, daß der elektrische Strom einen nicht sehr bedeutenden Einfluß auf die Pertussis-lymphocytose ausübt. Damit ist noch nicht ausgesprochen, daß wir es *nur* mit einer *mechanischen* Lymphocytose zu tun hätten. Aber vielleicht gelingt es noch — eventl. mit Hinzuziehung der Röntgenstrahlen —, das kombinierte Bild der Pertussislymphocytose in eine mechanische und eine pathologisch infektiöse Komponente zu zerlegen.

Die mitgeteilten Beobachtungen aus dem Gebiet biologisch differenter Einwirkungen und der mechanischen Einflüsse erschöpfen noch keineswegs die bekannten Methoden und ihre Einflüsse auf das Blut. Es sei nur an die mannigfachen thermischen Reize, ihre reflektorischen Beziehungen und Wirkungen erinnert. Von diesen Dingen ist beim Säugling noch nicht viel untersucht. Immerhin geben die beschriebenen Methoden und Beobachtungen Fragestellungen, die in mancher Beziehung nicht unwichtig sein dürften.

Literatur:

- Aschenheim, Vorl. d. Ges. f. Kinderheilk. 1913.
 Walter Frey, Ztschr. f. d. ges. exp. Medizin 1914, III.
 Grawitz, D. med. Wsch. 1910, Nr. 29.
 Grote, D. med. Wsch. 1916, Nr. 31.
 Heß und Seyderhelm, Münch. med. Wsch. 1916, Nr. 26 (ausf. Litt.).
 Veraguth und Seyderhelm, M. med. Wsch. 1913, Nr. 40 und 41; 1914, Nr. 6.
 Schneider, M. med. Wsch. 1914, Nr. 6; Warnstedt, Nord. Med. Ark. 1910.

Besprechungen.

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie.

Jahrbuch des Vereins deutscher Ingenieure, Herausgegeben von Conrad Matschoß. Bd. VII. Berlin, Julius Springer, 1917. IV, 192 S., 70 Textfiguren und 2 Bildnisse. Preis geh. M. 6,—, in Leinwand geb. M. 8,—, für Mitglieder des Vereins deutscher Ingenieure M. 4,50 bzw. M. 6,—.

Naturwissenschaft und Technik haben viele Berührungspunkte. Wenn auch in den Anfängen ihrer wissenschaftlichen Entwicklung die Technik als Tochter zur Naturwissenschaft heraufsehen und mangels eigener wissenschaftlicher Fähigkeiten ihren Lehren gehorsam folgen mußte, so hat sich dies Verhältnis zwischen beiden sehr bald geändert, und heute, wo die Technik ihre eigenen Methoden, Forschungsstätten und Vertreter hat, die nach ganz anderen Richtungen und mit ganz anderen Mitteln arbeiten, kann man die Beziehungen zwischen beiden höchstens noch als schwesterliche bezeichnen. Aber schwesterlich im besten Sinne des Wortes, indem sich beide gegenseitig fördern und befruchten, dabei sich als gleichwertig achten und eine der anderen neidlos ihr Arbeitsgebiet überlassen. Wie zum vollen Verständnis der Naturwissenschaft eine geschichtliche Erforschung derselben unerlässlich ist, so hat man auch seit einer Reihe

von Jahren angefangen, die Geschichte der Technik aufzudecken. Gerade sie zeigt uns besonders deutlich, daß beide Gebiete, obwohl heute äußerlich ganz getrennt und selbständig fortschreitend, doch innig miteinander verwachsen sind, und daß der Techniker ohne die Naturwissenschaft nicht auskommen kann, wie auch der Naturwissenschaftler an der Technik nicht achtlos vorübergehen darf. Die Geschichte beider gehört mit in eine Kulturgeschichte der Menschheit, und auch die Philosophie der Zukunft muß sie in ihren Gedankenkreis als mächtigen Faktor menschlichen Fortschrittes einbeziehen und auswerten.

Das vom Verein Deutscher Ingenieure herausgegebene Jahrbuch zur Geschichte der Technik und Industrie bringt in seinem kürzlich erschienenen Kriegsband eine Reihe überaus wertvoller Aufsätze, die auch dem Nichtfachmann zeigen, welcher gewaltigen Anstrengung und rastlosen Arbeit es bedurfte, die einzelnen Teilgebiete der Technik auf ihre heutige Höhe zu bringen.

Die Elektrotechnik steht dem Naturwissenschaftler besonders nahe, wie er durch seine Teilnahme an der Siemens-Hundertjahrfeier auch zum Ausdruck gebracht hat. Da wird von ihm der Aufsatz von Thomälen: „Zur Geschichte der Dynamomaschine“ zuerst gelesen werden, der an Hand der von der Familie Siemens herausgegebenen Briefe Werner Siemens' (Berlin 1916, Julius Springer) die Entstehung der Dynamomaschine, vom ersten Aufkeimen des dynamo-elektrischen Prinzips an bis zur für die Praxis brauchbaren Maschine schildert. Eine vollständige Entwicklungsreihe wird uns, auch in Abbildungen, vorgeführt, an denen man nacheinander die fortschreitende Vervollkommnung durch Abstoßung des Unbrauchbaren und Ersatz durch Neues, Besseres erkennen kann. Gerade dieses Beispiel zeigt recht deutlich, welche Schwierigkeiten sich der praktischen Durchführung eines zunächst nur theoretisch erkannten Gesetzes entgegenstellen.

In gewissem Sinne eine Fortsetzung dazu bildet der Aufsatz von Matschoß: „Die geschichtliche Entwicklung der Berliner Elektrizitätswerke“. Mit der technischen Ausbildung der Dynamomaschine allein war es nicht getan, es bedurfte ihrer vollen wirtschaftlichen Ausnutzung durch Zugänglichmachung des Stromes für alle Zwecke des gewerblichen und privaten Lebens. Das konnte nur durch große Kraftwerke erreicht werden, von denen die Berliner Elektrizitätswerke, die seit 1. Oktober 1915 in den Besitz der Stadt übergegangen sind, vorbildlich gewesen sind. Daß damit Hand in Hand eine weitere Vervollkommnung der Dynamomaschine ging, ebenso wie die Ausgestaltung des elektrischen Bogen- und Glühlichtes sowie des zugehörigen Verteilungsnetzes, schildert der Verfasser in anschaulicher Weise. Auffinden des Gesetzes, erste Versuchsmaschine, praktisch brauchbare Maschine, wirtschaftliche Ausnutzung im Großbetrieb; diese vier Entwicklungsstufen jeder Erfindung lassen sich hier recht deutlich erkennen; sie stellen gewissermaßen eine Darwinsche Entwicklungsreihe dar, bei welcher der Kampf ums Dasein und die dadurch bedingte Zuchtwahl ihre Einflüsse geltend machen.

In enger Beziehung zur Naturwissenschaft steht auch der Aufsatz von v. Rieppel und Freytag: „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der technischen Mechanik“. Die heutige technische Statik ist aus der schon streng wissenschaftlichen Statik des Archimedes hervorgegangen, wenn sie auch wohl erst in den Händen eines Leonardo da Vinci aufblühte und durch Galileo Galilei weiterentwickelt wurde, der als erster

den Zusammenhang zwischen Statik und Dynamik erkannte.

Ihm schließen sich eine Reihe hervorragender Förderer dieser Wissenschaft an, so *Euler*, *Navier*, *Clapeyron*, *Castigliano*, *Culmann* und schließlich der heute im 80. Lebensjahre stehende *Otto Mohr*, der durch die grundlegende Erkenntnis der elastischen Linie als Seilpolygon und Aufstellung des Satzes von den virtuellen Verschiebungen eine neue Berechnung der statisch unbestimmten Fachwerke und Träger ermöglichte. Von welcher Bedeutung eine zuverlässige Berechnung der immer kühner werdenden Brücken, Eisenkonstruktionen und Eisenbetonbauten ist, weiß auch der Nichtfachmann einzuschätzen, aber wie lang und mühselig der Weg dazu war, wird erst durch die geschichtliche Betrachtung klar.

Mit dem Eisenbahnwesen befassen sich zwei Aufsätze von *Keller*: „Die Spurweite der Eisenbahnen und der Kampf um die Spurweite“ und „Nicolaus Riggenbach“. Eine gleiche Spurweite für alle Eisenbahnen eines Landes erscheint uns heute als selbstverständliche Forderung, und doch hat es viele Kämpfe in England und in Deutschland gekostet, aus dem Durcheinander absichtlich verschiedener Spuren eine Einheit zu schaffen. In Deutschland war es das kleine Ländchen Baden, das erheblich an der Einführung einer einheitlichen Spur mitgearbeitet hat. Der zweite Kellersche Aufsatz schildert den Erbauer der ersten Zahnradbahnen, der den von *Blenkinsop* bereits früher für Ebenbahnen gemachten Vorschlag, eine Zahnstange zwischen die Schienen zu legen, auf die Bergbahn zur Anwendung brachte. Die erste Zahnradbahn in der Schweiz war die Rigibahn; sie gab das Vorbild für viele andere, die die Herrlichkeiten des Gebirges einem größeren Publikum erschließen halfen.

Ein Aufsatz von *Hilliger* stellt die Entwicklung der für die Sicherheit der Industriebetriebe so überaus wichtigen Dampfkesselaufsicht dar; ein solcher von *Fuchs* gibt einen „Beitrag zur Geschichte der Eisenbrücken in Ungarn“. Auch das edle Rebenblut kommt nicht zu kurz. *Hüsser* schildert uns, manchmal recht launig, das „Keltern einst und jetzt“, die Entwicklung der alten Baum- und Spindelkelter bis zur modernen hydraulischen Presse mit elektrischem Antrieb. Ein kleiner Ausschnitt aus einem entlegenen Gebiet der Technik, der aber wieder zeigt, daß das Entwicklungsgesetz ständig und überall wirksam ist. Aber es gehören wagemutige, von ihren Gedanken voll überzeugte Männer dazu, die Erfindungen in die Wirklichkeit umzusetzen, und ihre Lebensbeschreibung ist besonders reizvoll. Ein solcher Kämpfer auf einem wichtigen Fachgebiet ist *Daniel Peeres*, dessen schicksalvolles Leben uns *Hendrichs* packend schildert. *Peeres* gelang es, hinter das Geheimnis der englischen Fabriken, den Stahlwaren eine schöne Politur zu geben, zu kommen. Er erfand die auch heute noch überall im Gebrauche befindliche Pliestscheibe, und es gelang ihm nach harten Bemühungen und Kämpfen gegen die Zünfte, seiner Erfindung Eingang in die Sölinger Meßmachertechnik zu verschaffen und dieser dadurch den erfolgreichen Wettbewerb mit der Sheffieldschen Industrie zu ermöglichen.

Mit einem geistreichen Aufsätze von *Horwitz*: „Beiträge zur außereuropäischen und vorgeschichtlichen Technik“ schließt der Band. Bevor *Horwitz* einfache Gebrauchsgegenstände primitiver Völker vom Standpunkt der aus der Kinematik bekannten drei Umschlußpaare (Zylinder-, Prismen- und Schraubenpaar) untersucht, stellt er Betrachtungen über den Ursprung der technischen Entwicklung an. Er führt

ihn auf den Spieltrieb der Menschen zurück, dann aber auch auf den Einfluß, den die Änderung der Umwelt auf die Völker bei deren Verschiebung auf dem Erdball ausübt. Man wird hier an *Herders* „Ideen zu einer Philosophie der Geschichte der Menschheit“ erinnert. Dieselbe Frage könnte man auch über die Entwicklungsursache der Naturwissenschaft oder der Wissenschaft überhaupt stellen. Sollte es allein der Spieltrieb sein, der die Menschen voran treibt, oder ist es nicht vielmehr der mehr oder weniger bewußte Drang nach Befreiung von den Naturmächten, der eine Technik und eine Naturwissenschaft entstehen ließ? Ich möchte mich hier mehr der Ansicht *Zschimmers* anschließen, welcher in seiner „Philosophie der Technik“ das Prinzip der Freiheit als grundlegend für die Technik bezeichnet.

So bietet der vorliegende Band auch für den Naturwissenschaftler reiche Belehrung und Anregung, aus der er sicher Nutzen für die geschichtliche Durchforschung seines Fachgebietes ziehen wird. Der VII. Band des Jahrbuches setzt daher nur fort, was die vorhergehenden begonnen. Mögen auch die folgenden in diesem Sinne wirksam sein.
Carl Weihe, Berlin.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung am 2. Juni hielt Prof. *F. Thorbecke* (Köln) einen Vortrag mit Lichtbildern über den **Kulturwert von Wald, Savannen und Steppen im tropischen West-Afrika**. Gegenüber jenen Kreisen, welche den Besitz von überseeischen Kolonien für weniger wichtig halten, als eine feste Verbindung Mittel-Europas mit dem Orient, kann es nicht scharf genug betont werden, daß uns der Orient nie die Nahrungsmittel und industriellen Rohstoffe zu liefern vermag, die wir bisher aus tropischen Gebieten bezogen. West-Afrika hat als Lieferant solcher Rohstoffe, wie der Vortragende auf Grund seiner eigenen Reisen und Studien in Kamerun im einzelnen ausführte, eine glänzende Zukunft. Das ganze tropische West-Afrika, das sich halbkreisförmig um den Golf von Guinea herumzieht, zerfällt in die drei großen natürlichen Landschaften, Wald, Savanne und Steppe, die sich sämtlich durch ihre Großräumigkeit auszeichnen.

Zunächst der Küste, an der fast überall eine furchtbare Brandung die Annäherung erschwert, liegt die Waldzone, die in dichten Mangrovebeständen bis über das Ufer hinaus in das Meer vordringt, während auf den landfesten Teilen die Kokospalme einsetzt. Natürliche Eingangspforten finden sich nur an den Mündungen der Flüsse, die aber keine ungehinderten Verkehrswege in das Hinterland darstellen, weil bereits nahe der Küste die Schifffahrt durch Wasserfälle und Stromschnellen unterbrochen wird. Die Kongofälle sind ein typisches Beispiel dafür. Das riesige Waldgebiet der afrikanischen Hylaea nimmt von etwa 160 km im Norden nach Süden bis auf 700 km Breite zu und umfaßt etwa 600 000 bis 700 000 qkm. Der Wald erscheint, wenn man ihn von einem höher gelegenen Standpunkt aus betrachtet, in mehreren Stockwerken aufgebaut, indem einzelne Baumriesen von 60 bis 70 m Höhe, welche häufig durch Brettwurzeln an ihrer Basis gestützt werden, die Durchschnittshöhen überragen. Lianen, die in Stärken bis zur Schenkeldicke herabhängen, erschweren das Vordringen in dieser wunderbar üppigen Vegetationsform ungemein. Der Wald reicht an den Gebirgen und Einzelbergen überall dort weit empor, wo die aufwärts gerichtete Komponente der Luftströmungen Steigungsregen ver-

ursacht. In diesem, den Gürtel von etwa 1000 bis 2000 m einnehmenden Höhenwalde sind Farnbäume die Leitpflanzen. Darüber folgt der immerfeuchte Nebelwald, in dem besonders häufig Bartflechten vorkommen. Die Temperatur sinkt im Waldgebiet kaum unter 25°; die Regenmenge ist beträchtlich, und am Kamerunberge wurde die zweitgrößte Regenhöhe auf der Erde gemessen. Das Waldgebiet ist ein Feind des Menschen und des Verkehrs. So kam es, daß die einzelnen Stämme schon seit Jahrhunderten, ja vielleicht seit Jahrtausenden mit den nördlich wohnenden Völkern im Verkehr standen, bevor es gelang, vom Meere her in das Walddickicht einzudringen. Am besten haben sich den natürlichen Lebensbedingungen die hier wohnenden Pygmäen angepaßt, die das größte Wild, den Elefanten, mit vergifteten Speeren erlegen. Sie sind daher die Fleischlieferanten der Waldlandneger geworden, kräftiger aber plumper Menschen, die zur Bantugruppe gehören. Die Negerpfade durchziehen den Wald als schmale Linien und auch die Besiedelung bleibt, an die Wege geheftet, linienförmig. Neben den Wohnhäusern wird die Mehlbananenstaude angepflanzt, die riesige Dimensionen annimmt und durch ihren Reichtum an eßbaren Früchten dem Neger jede Anbautätigkeit erspart, die auch aus dem Grunde schwierig ist, weil selbst der gerodete Wald keine tiefe Humusdecke aufweist. Nicht mit Unrecht hat F. Ratzel die Banane den Fluch der feuchten Tropen genannt, weil sie den Neger zur Faulheit verführt. Die bis 20 m langen Wedel der Raphiapalme benutzt der Eingeborene zum Hausbau. Die Stämme werden mit dem Bast der gleichen Palme zusammengebunden. Eine Zusammenfügung des Holzes durch Nägel oder Leimen kennt man dort nicht. Die Produkte der Ölpalme, Palmöl und Palmkerne, stellen jetzt das größte Aktivum der Waldlandschaft dar. Vor dem Krieg waren die Gummipflanzen, vor allem die *Kixia elastica* das wirtschaftliche Rückgrat des Gebietes. Die rücksichtslose Art der Kautschukgewinnung und die Verwüstung der Gummibaumbestände hat sich schwer gemacht, zumal das hier gewonnene Produkt mit dem brasilianischen und hinterindischen Kautschuk nicht konkurrieren kann. Die Zukunft gehört jedenfalls der Ölpalme, deren Fett nicht nur für die Seifen- und Kerzenfabrikation, sondern neuerdings auch für die Herstellung der Speisefette von ständig steigender Bedeutung wird. Daneben hatte der europäische Kolonist auch begonnen den Holzreichtum auszunützen, wobei erschwerend in Betracht kam, daß die Nutzhölzer keine geschlossenen Bestände bilden, wie bei uns, sondern jede Baumart vereinzelt vorkommt, so daß eine forstliche Bewirtschaftung nicht möglich ist. Als Plantagenpflanzen haben sich besonders Kakao und Tabak bewährt, deren rationelle Ausnutzung glänzende Aussichten bietet. Insbesondere nach der Erschöpfung der natürlichen Kautschukbestände werden die großen Reichtümer an diesen Kulturpflanzen von unschätzbarem Wert sein.

Die Grenze des Waldes ist keine scharfe Linie. In Form der Parklandschaft mit größeren und kleineren Waldinseln vollzieht sich der Übergang zu dem Savannengürtel, einer Grasflur mit Uferwäldern an den Flußläufen, die meist mit einer von H. Schweinfurth geprägten Benennung als Galeriewälder bezeichnet werden. Namentlich die Ölpalme reicht weit hinein in die offene Grasflur und beherrscht noch anfangs das Bild der Landschaft. Nach dem Durch-

dringen des feuchten Waldlandes atmet man befreit auf in dem offenen Grasland. In dieser Baumsavanne heben sich die Galeriewälder wie dunklere Schlangen aus der lichtgrünen Graslandschaft ab. Auch eine flächenhafte Ausbreitung des Waldes kommt vor, der Monsunwald *Schimpers*. Die hier schon einsetzende Trockenzeit hat einen Laubabfall zur Folge, der aber nicht alle Bäume gleichzeitig betrifft, so daß man kahle und voll belaubte Bäume nebeneinander sieht. Häufig vorkommende Inselberge zeigen eine schalige Abwitterung, die durch starke Temperaturdifferenzen hervorgerufen wird. Der Vortragende konnte innerhalb 24 Stunden 45° und 3° Lufttemperatur messen. Die rasche chemische Verwitterung im Verein mit der Flächenspülung in der Regenzeit bringt es mit sich, daß sich am Fuße der Felsen keine Gesteins-trümmer anhäufen können. Die Inselberge haben den Pygmäen oft als Rückzugsgebiete gedient. Der Savannenneger ist sympathischer als der Waldneger. Der Rauer gestattet die Siedelung in offener Bauweise durchzuführen. Die Kegeldachhütte, deren Wände durch Ausschmierung mit Lehm wasserdicht gemacht sind, erinnert an den Sudan. Mattenzäune teilen die Straßen ab. Eine intensive Bearbeitung der Felder durch Hackbau greift Platz, wobei nicht wie im Waldlande die Frau, sondern der Mann arbeitet. Da eine Vorratswirtschaft über die Zeit der Dürre hinweg-helfen muß, so werden Körnerfrüchte gebaut, vor allem die Negerhirse, Sorghum, und Vorratsspeicher angelegt. Das Töpfergewerbe wird ohne Drehscheibe ausgeübt. Trotzdem gelingt es, Gefäße bis zu 1,5 m Durchmesser herzustellen. Der Mangel an gleichmäßiger Wärme zwingt die Bevölkerung zur Bekleidung, und so sehen wir hier eine uralte Kultur der Baumwolle, die auf primitiven Webstühlen zu Stoffen verarbeitet wird. Die Staatenbildung ist hier oben heimisch. Interessant ist die Holzarchitektur der Eingeborenen, von der leider ein besonders schöner Teil in Bamum noch vor dem Kriege ein Raub der Flammen wurde.

Die Steppe ist das eigentliche Trockengebiet, in dem die Grashalme, die in der Savanne noch bis 6 m Länge erreichen können, auf ½ m reduziert sind. Hier finden wir hamitische Hirtenvölker, Träger des Islam. Sie haben zwei Kulturgüter gebracht, das Pferd und das Rind, das zur Milchwirtschaft benutzt wird. Das Handelsvolk der Haussa bedient sich vielfach des Esels als Tragtier.

Savanne wie Steppe sind teilweise dicht besiedelt von einer kulturell hochstehenden, arbeitsamen und entwicklungsfähigen Bevölkerung, die unter europäischem Einfluß und geeigneter Anleitung sicher noch bedeutende wirtschaftliche Werte hervorbringen könnte. Zu einer gedeihlichen Entwicklung fehlen aber bisher moderne Verkehrsmittel, vor allen Dingen Eisenbahnen. Noch heute ist man auf die unwirtschaftlichste aller Transportmethoden, den Trägerverkehr angewiesen, der nur etwa ½ Tonnenkilometer täglich leistet. Ein Güterzug würde ebensoviel transportieren können wie 13 300 Neger, d. h. eine 30 km lange Trägerkarawane und noch dazu zwanzig- bis fünfundzwanzigmal billiger. Nur die Eisenbahn also kann hier Wandel schaffen und alle jene natürlichen Entwicklungsmöglichkeiten zu glänzender Entfaltung bringen. Wenn uns der Friede ein in sich geschlossenes großes deutsches Kolonialreich im tropischen Afrika bringen sollte, dann wird in seinem Rahmen West-Afrika einer hohen Blüte entgegengehen. O. B.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

NOV 3 1919

Heft 33.

17. August 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Philosophische Begriffs- und Wortbildung. Von *Dr. M. Kronenberg, Berlin.* S. 529.

Emissions- und Absorptionsspektren der Röntgenstrahlen. Von *Dr. Manne Siegbahn, Lund.* (Schluß.) S. 532.

Besprechungen:

Escherich, K., Die Ameise. Von *H. Stitz, Berlin.* S. 536.

Abderhalden, Emil, Die Grundlagen unserer Ernährung mit besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit. Von *K. Thomas, Berlin.* S. 537.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Ueber Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten. Die nächtliche Abkühlung der unteren Luftschichten und der Erdoberfläche in Abhängigkeit vom Wasserdampfgehalt der Atmosphäre. Reflexion der Gasmoleküle. Die Längenänderung von Invar. Die durch α -Strahlen erzeugte Sekundärstrahlung. Hautschädigungen durch Kalkstickstoff. Alkohol aus Carbid. S. 533.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschienen:

Die Grundlagen unserer Ernährung

unter besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit

von

Emil Abderhalden,

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität zu Halle a. S.

Mit 2 Textfiguren.

Preis M. 2.80.

(Siehe Besprechung in diesem Heft S. 537.)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Demnächst erscheint:

Über funktionelle Anpassung ihrer Grenzen, deren Gesetze in ihrer Bedeutung für die Heilkunde

von

Dr. med. Willi G. Lange, Charlottenburg.

Nach dem Tode des im Felde gefallenen Verfassers
herausgegeben von Wilhelm Roux.

Preis M. 2.40

Umwelt und Innenwelt der Tiere. Von Dr. med. hon. c. J. v. Üxküll. 1909.

Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.—

Allgemeine Physiologie. Eine systematische Darstellung der Grundlagen sowie der allgemeinen Ergebnisse und Probleme der Lehre vom tierischen und pflanzlichen Leben. Von A. v. Tschermak. In zwei Bänden. I. Band: **Grundlagen der allgemeinen Physiologie.** 1. Teil: Allgemeine Charakteristik des Lebens, physikalische und chemische Beschaffenheit der lebenden Substanz. Mit 12 Textabbildungen. 1916. Preis M. 10.—

Konstitution und Vererbung in ihren Beziehungen zur Pathologie.

Von Professor Dr. Friedrich Martius, Geheimer Medizinalrat, Direktor der Medizinischen Klinik und der Universität Rostock. Mit 13 Textabbildungen. 1914. Preis M. 12.—; in Halbleder gebunden M. 14.50. (Bildet einen Band des Allgemeinen Teils der „Enzyklopädie der klinischen Medizin“, herausgegeben von L. Langstein-Berlin, C. von Noorden-Frankfurt a. M., C. von Pirquet Wien, A. Schittenhelm-Kiel).

Die konstitutionelle Disposition zu inneren Krankheiten. Von Dr. Julius Bauer, Wien. Mit 59 Textabbildungen. 1917. Preis M. 24.; in Leinwand gebunden M. 26.40

Zeitschrift für angewandte Anatomie und Konstitutionslehre. Herausgegeben unter Mitwirkung von A. Frh. von Eiselsberg-Wien, A. Kolisko-Wien, F. Martius-Rostock von J. Tandler, Wien. Erscheint seit Juni 1912 in zwanglosen Heften. Preis des Bandes von 30—40 Bogen M. 28.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

17. August 1917.

Heft 33.

Philosophische Begriffs- und Wortbildung.

Von Dr. M. Kronenberg, Berlin.

Zu den Nebenerscheinungen des Krieges gehört auch der Kampf gegen die *Fremdwörter*, der bereits einiges Gute im Gefolge hatte, aber auch zu vielen Mißverständnissen und seltsamen Meinungen führte. Soweit indessen dabei die allgemeinen Gesichtspunkte in Frage kommen, ist das Für und Wider in der Öffentlichkeit bereits ausgiebig erörtert worden. Seit einiger Zeit aber treten da und dort puristische Tendenzen auch und besonders gegenüber der Wissenschaft zutage, und zwar ist es in erster Linie die Philosophie, die hier in Frage kommt. Sie soll nach dem Wunsche einiger mehr als bisher von Fremdwörtern und insbesondere von den schwierigen Wortbildungen befreit werden, mit denen gerade sie überladen sei, und durch die ihre Dunkelheit und die Schwierigkeit des Verständnisses so sehr bedingt werde.

Daß diese Forschung, wie der Wissenschaft im allgemeinen, so der Philosophie im besonderen gegenüber im Prinzip durchaus verkehrt und unberechtigt ist, bedarf kaum einer Hervorhebung. Denn jede Wissenschaft gelangt gerade im Fortschreiten immer wieder zu neuen Ergebnissen, die sie auch sprachlich genau fixieren, eindeutig bestimmen und dadurch für den Kreis der an solchen Ergebnissen Beteiligten festhalten muß, was aber zumeist nur durch Bildung neuer Wörter, vielfach solcher, die ganz oder teilweise fremden Sprachen entlehnt sind, geschehen kann. Und solche technischen Ausdrücke, die unentbehrlich sind, haben nichts zu tun mit jenen fremdländischen Bezeichnungen, die nur deshalb angewandt, und zwar gehäuft angewandt, werden, weil Gedankenlosigkeit oder Gelehrteitelkeit oder die Überlieferung scholastischen Wissenschaftsbetriebes oder alle diese Ursachen zusammen es erfordern, so daß dann schließlich jenes gelehrte Kauderwelsch entsteht, durch welches ein erheblicher Teil der deutschen wissenschaftlichen Literatur (insbesondere auch der philosophischen) noch immer unrühmlich ausgezeichnet ist.

Indessen so selbstverständlich es ist, daß jene Forderung, wenn ganz allgemein erhoben, das Wesen der Wissenschaft verkennt, so unberechtigt wäre es doch, sie von vornherein als eine solche abzutun, die keiner weiteren Beachtung wert wäre. Wenigstens und vor allem in der Philosophie liegen die Dinge eigenartig genug, um, wie sich zeigen wird, vor allem die Frage zu rechtfertigen, ob und wie weit bei der Begriffs- und

Wortbildung das Festhalten an der eigenen Sprache sich rechtfertigen lasse oder sich als nützlich erweise. Und es sind keineswegs bloß nebensächliche Folgerungen, die mit der Beantwortung dieser Frage verknüpft sind.

Gerade um einer Eigenart der Philosophie willen wird ja ihr gegenüber jene Forderung auch vorzugsweise geltend gemacht. Die Philosophie, so meint man, hat es zu tun mit den unmittelbaren Problemen des Daseins und des Lebens, die jeden angehen und jedem naheliegen — ist es also nicht ebensowohl möglich als erforderlich, sie eine Sprache reden zu lassen, die sich frei hält von jenen zahlreichen schwierigen Ausdrücken, über die so viele Liebhaber der Lebensweisheit straucheln?

Dieser Meinung ist aber zunächst entgegen zu halten, daß schon ihre Voraussetzung keineswegs zutrifft. Denn wenn auch weit ausgedehnte Gebiete es mit jenen unmittelbaren Lebensfragen zu tun haben, die des stärksten populären Interesses fähig sind, so gibt es doch wieder andere und nicht weniger ausgedehnte, die in gleichem Sinne stets nur rhetorischen, ja im strengsten Verstande hochwissenschaftlichen Charakter haben, wie nur irgend eine Einzelwissenschaft oder ein ihr zugehöriges Spezialgebiet: dahin gehören z. B. Psychologie, Erkenntnistheorie und Logik in ihrem weitesten Umfange, aber selbst innerhalb der Metaphysik und sogar der Ethik, welch' letztere ja wohl am meisten eines populären Interesses fähig ist, gibt es einzelne Gebiete von streng esoterischem Charakter, beispielsweise fast alles, was zur Metaphysik wie zur Psychologie des Willens gehört usw.

Soweit es aber zutrifft, daß in der Tat philosophische Fragen und Gedankengänge eines allgemeinen Interesses fähig sind, muß man zu einer Schlußfolgerung gelangen, die der in obiger Forderung aufgestellten geradezu entgegengesetzt ist: technische Ausdrücke auch fremdländischen Charakters nicht zu vermeiden, sondern gerade geflissentlich anzuwenden. Denn es liegt ja auf der Hand, daß da, wo populäre Vorstellungsweisen an einen wissenschaftlichen Begriff oder Gedankengehalt leicht sich anheften, die Gefahr der Verdunklung und Verwirrung außerordentlich viel größer ist als da, wo das nicht der Fall ist.

Diese Gefahr ist aber überdies auch noch in der Philosophie ihrem ganzen Charakter nach viel größer, als in irgendeiner anderen Wissenschaft; ganz besonders schon um ihres abstrakten Charakters willen. Wenn der Chemiker bestimmte Stoffverbindungen, der Physiker gewisse körperliche Erscheinungen mit einem

Namen belegt, dem sich leicht populäre Nebenbedeutungen anheften, so kann er eben einer Verdunklung und Verwirrung dadurch einfach vorbeugen, daß er die konkreten Merkmale angibt oder die betr. Stoffe oder Körper einfach vorweist: die Möglichkeit, auf die rein sinnliche Erfahrung zurückgreifen zu können, bietet hier eben einen sicheren Rückhalt. Anders in der Philosophie. Da sie es mit den allerabstraktesten Objekten zu tun hat, ist es für sie auch am schwierigsten, ihre Begriffe eindeutig und bestimmt, ohne Gefahr von Mißverständnissen zu bezeichnen, und so muß sie auch mehr als jede andere Wissenschaft darauf vor allem bedacht sein, jede verwirrende populäre Nebenbedeutung von einem solchen Wort fernzuhalten. Das aber kann eben am leichtesten geschehen, indem man ein Wort der eigenen Sprache vermeidet und ein fremdländisches, ja in besonders schwierigen Fällen ein möglichst entlegenes fremdländisches, wählt. Termini technici sind also gerade in der Philosophie von besonderer Bedeutung und weit entfernt, den Fortschritt in der Gedankenentwicklung zu erschweren, wird dieser dadurch im allgemeinen nur gefördert und erleichtert.

Lehrreiche Beispiele bietet in dieser Hinsicht besonders die Kantische Philosophie. Man hat es ihr oft und von den verschiedensten Seiten her zum Vorwurf gemacht, daß sie mit schwierigen fremdartigen Ausdrücken überladen sei. Aber mit Unrecht. Wenn auch manches weniger schwerfällig und scholastisch in der Form hätte sein können, so ist doch im ganzen zu sagen, daß gerade diese esoterischen Formen in der Wortbildung ganz wesentlich dazu beigetragen haben, der Kantischen Gedankenreform siegreich die Bahn zu brechen und ihren tieferen Ideengehalt rein zu bewahren. Denn gerade für ganz neue und eigenartige reformatorische Gedanken — und die Kantischen waren es in einem Grade, daß sie revolutionären Charakter hatten — ist nichts gefährlicher, als die mißverständlichen Auslegungen und Umdeutungen, welche aus dem Anklammern der Vielen an ihre einzelnen Worte und Wendungen entspringen. Und das alles wurde eben hier hintangehalten durch die esoterische Form, deren Schwierigkeiten so groß waren, daß selbst ein Mann wie *Mendelssohn* dadurch abgeschreckt wurde und *Kant* selbst genötigt war, durch eine mehr dem Gemeinverständlichen angenäherte Darstellung, in den Prolegomenis, sein eigenes Werk zu erläutern.

Man kann aber bei *Kant* auch selbst an einzelnen Begriffen und Worten sehen, wie leicht der fremdländische Terminus geeignet ist, die Gedankenentwicklung zu fördern, der der eigenen Sprache Entnommene, umgekehrt, sie zu hemmen oder doch zu erschweren. So ist beispielweise die Formulierung des Grundproblems der Vernunftkritik: Wie sind synthetische Urteile a priori möglich? ein Musterbeispiel klarer und präziser Fragestellung, und dies eben nicht trotz, son-

dern zum Teil gerade wegen der schwierigen Ausdrücke, die zunächst so fremdartig anmuten. Umgekehrt ist es mit dem Begriffe: Das Ding an sich. Dieser für die Kantische Philosophie so wichtige Begriff ist von Anfang an bis heute am meisten umstritten gewesen und hat, ebenso wie zu Lebzeiten *Kants*, auch in der ganzen nachfolgenden Entwicklung zu den seltsamsten Wirrnissen und Mißverständnissen geführt, an denen ein gut Teil nicht den Schwierigkeiten der Sache selbst, sondern dem Umstande zuzuschreiben ist, daß hier ausnahmsweise zur Bezeichnung ein Wort der eigenen Sprache gewählt wurde, an das sich sofort allerlei populäre Nebenvorstellungen anheften konnten und darum auch unausbleiblich anheften mußten. Ja, man kann sagen, der Ausdruck ist aus eben diesem Grunde geeignet, in demselben Augenblicke, wo der sachliche Inhalt, den er decken soll, gesetzt ist, ihn zum guten Teil wieder aufzuheben. Denn unter einem „Ding“ versteht man immer etwas Bestimmtes, Fixiertes, in Raum und Zeit Begrenztes, kurzum vielerlei von dem, was gerade vom Ding an sich ausgeschlossen sein sollte. Und diese Bestimmungen drängen sich jedem auf, der das Wort „Ding“ hört, selbst dem, der gewohnt ist, Begriffe streng zu sondern, so daß auch er Mühe hat, die Vorstellung, welche *Kant* wirklich im Auge hatte, festzuhalten.

Welche Erschwerung des Verstehens in diesem Worte „Ding an sich“ liegt, das das reine Objekt bezeichnen soll, wird noch deutlicher, wenn man daran denkt, daß auch der polar entgegengesetzte Begriff, der des reinen Subjekts, von *Kants* Nachfolger, *Fichte*, in ähnlicher Weise mit einem deutschen Worte, „Ich“, bezeichnet wurde, und daß mit diesem Worte infolge seiner vielfachen Nebenbedeutungen die nämliche Wirkung sich verknüpfte: die nämlich, zahlreichen, zum Teil ganz abenteuerlichen Mißverständnissen und Wirrnissen Tür und Tor zu öffnen, die noch gesteigert wurden durch den bekannten Anfangssatz der Fichteschen Erkenntnislehre: Das Ich setzt sich selbst. Denn natürlich wurde nun dieses Fichtesche Ich einfach identifiziert mit dem fixierten, begrenzten, empirischen Ego im Gegensatz zum Tu, und so konnte das abenteuerliche Mißverständnis nicht ausbleiben, das sich bis auf unsere Tage fortgepflanzt und sich nicht nur an *Fichte*, sondern auch an seine idealistischen Nachfolger, namentlich *Schelling* und ganz besonders *Hegel*, angeheftet ist: diese konstruktiven oder spekulativen Philosophen seien von dem Wahn beherrscht, aus sich selbst alles Wirkliche, die ganze Welt der Erscheinungen, entstehen zu lassen, aus ihrem Verstande souverän gleichsam herausspinnen zu können. In bezug auf *Fichte* ist selbst *Goethe* diesem Mißverständnis unterlegen und hat ihm wiederholt Ausdruck gegeben, so noch im zweiten Teil des „Faust“, wo er den Baccalaureus, d. i. *Fichte*, sprechen läßt:

Die Welt, sie war nicht, eh' ich sie erschuf;
Die Sonne führt' ich aus dem Meer herauf;
Mit mir begann der Mond des Wechsels
Lauf . . .

Wenn ich nicht will, so darf kein Teufel sein,
auf welch' letzteres Wort Mephisto absagt:
Der Teufel stellt dir nächstens doch ein Bein.

Aber nicht nur bei einzelnen philosophischen Begriffen, sondern selbst bei ganzen, weit ausgedehnten Begriffsverbindungen und ganzen Systemen kann man beobachten, wie das Bestreben, fremdsprachliche Termini möglichst zu vermeiden, das Verständnis nicht nur nicht erleichtert, sondern im stärksten Grade erschwert oder fast ganz unmöglich macht.

Ein Beispiel dieser Art bietet der eigenartige und originale, von *Schelling* stark beeinflusste Denker *Chr. Fr. Krause*. Er hat namentlich in seinen späteren Schriften sich bemüht, jeden fremdländischen Terminus zu vermeiden und durch einen „rein deutschen“ Ausdruck eigener Bildung, wo es nur irgend möglich schien, zu ersetzen, etwa „Dynamik“ durch Naturkraftlehre, „Mechanik“ durch Bewegelehre, „Intuition“ durch Selbsteigenschauung, „Konstruktion“ durch Schauvereinbildung u. a. Die Folge davon war, daß diese Krauseschen Schriften, die schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts als überaus schwer verständlich galten, heute so gut wie unzugänglich geworden sind. Und da nun eine Reihe seiner Schriften in fremde Sprachen übersetzt worden sind (namentlich *Krauses* Rechtsphilosophie hat in einigen romanischen Ländern, vor allem Belgien und Spanien, bedeutenden Einfluß ausgeübt), so ergibt sich die paradoxe Situation, daß man am besten tut, diese Werke erst in der fremden Sprache, in der Übersetzung, zu studieren und dann erst zum deutschen Original zu greifen.

In einem gewissen Umfange liegen die Dinge ähnlich auch bei *Hegel*. Er hatte schon frühzeitig sein Augenmerk darauf gerichtet, die fremdsprachlichen Termini soweit als möglich durch deutsche Ausdrücke zu ersetzen und in diesem Sinne noch vor dem Erscheinen seines ersten philosophischen Hauptwerkes, der „Phänomenologie des Geistes“, an *Joh. Heinr. Voß* geschrieben: „Ein größeres Werk (nämlich die „Phänomenologie“) werde ich auf den Herbst als ein System der Philosophie darlegen; ich hoffe, daß wenigstens sich daraus so viel ergeben wird, daß es mir nicht darum zu tun ist, den Unfug des Formalismus zu fördern, den die Unwissenheit gegenwärtig, besonders mit Hilfe einer Terminologie, treibt, wohinter sie sich versteckt. *Luther* hat die Bibel, *Sie Homer* deutsch reden gemacht, das größte Geschenk, das dem Volke geboten werden konnte. Denn ein Volk ist so lange barbarisch und sieht das Vortreffliche nicht als sein Eigentum an, als es dasselbe nicht in seiner Sprache kennt. Wenn Sie diese beiden Beispiele vergessen wollen, so will ich von meinen

Bestrebungen sagen, daß ich versuchen will, die Philosophie deutsch sprechen zu lehren. Ist es einmal so weit gekommen, so wird es unendlich schwerer, der Platitude den Schein von tieferen Reden zu geben.“

Dieses Programm hat *Hegel* in der Tat auch durchgeführt und gewiß mit bedeutendem Erfolge; erfolgreich aber vor allem deshalb, weil bei ihm der außerordentlichen Energie und Tiefe des Denkens vielfach auch die große sprachbildende Kraft zu Hilfe kam, so daß vielfach vor allem die zahlreichen neuen, der Hegelschen Philosophie eigentümlichen Begriffe auch durch neue und in diesem Falle deutsche Ausdrücke glücklich zur Darstellung gebracht werden konnten — man denke an die einfache Unterscheidung von An sich, Für sich, An und für sich, die seit *Hegel* in den allgemeinen Sprachgebrauch übergegangen ist. Trotzdem aber und obwohl *Hegel* sein Programm, die Philosophie deutsch reden zu lehren, ohne jede Engherzigkeit durchführte, vielmehr zahlreiche fremdländische Termini teils beibehielt, teils neu einführte, kann man sagen, daß die Schwierigkeiten, welche dem Verständnis seiner Philosophie entgegenstehen, nicht bloß in der Sache, in der Eigenart der Gedankenwelt, liegen, auch nicht bloß auf historische Gründe zurückzuführen, sondern zu einem nicht unerheblichen Teile eben gerade durch das Streben nach Beseitigung fremdländischer Termini veranlaßt sind. Auch hier hatten eben die deutschen Ausdrücke vielfach etwas Unbestimmtes, Mehrdeutiges, Schillerndes gegenüber den fremdländischen, und so wurde auch hier vielen Mißverständnissen Tür und Tor geöffnet, um so mehr, je weiter man sich von dem Ursprunge der Hegelschen Gedankenwelt und der unmittelbaren Tradition der Hegelschen Schule entfernte. —

Man sieht also gerade an dem Beispiele *Hegels*, daß man die Frage, ob und wie weit man fremdländische philosophische Ausdrücke durch solche der eigenen Sprache ersetzen kann, nicht von vornherein prinzipiell entscheiden kann; daß es hierbei höchstens einige allgemeinere Richtlinien gibt, die man fest im Auge behalten muß. Da, wo philosophische Begriffe erstmalig gebildet werden, entscheidet vor allem die sprachbildende Kraft des Denkens, obwohl auch in diesem Falle mehrfach äußere begünstigende oder hemmende Momente hinzutreten können — zu den ersteren gehörte z. B. bei *Hegel* die ungeheure Bereicherung der Sprache, die am Endpunkte der klassischen Literaturperiode vorhanden war, und deren ganze Fülle auch ihm noch unmittelbar zuströmte. Da aber, wo philosophische Termini nicht erstmalig gebildet werden, sondern nur überliefert sind, wird man puristischen Erwägungen nur mit äußerster Behutsamkeit nachgeben, zu meist aber sie abweisen müssen. Am ehesten haben sie da ihre Berechtigung, wo die theoretische Philosophie sich unmittelbar mit dem praktischen Leben berührt, z. B. in weiten Ge-

bieten der Ethik; denn hier kommt ein unmittelbares philosophisches Interesse in Frage — dies nämlich, daß Theorie und Leben, Wissenschaft und allgemeinerer Geist des Kulturlebens sich leichter berühren und dadurch auch wechselseitig befruchten können —, ein Interesse, das leicht die Möglichkeit populären Mißverständnisses einzelner Begriffe überwiegen kann. Umgekehrt aber haben sie da wohl am wenigsten Berechtigung, wo Wortbildungen philosophischer Begriffe nicht nur der Wissenschaft im strengsten esoterischen Sinne ausschließlich angehören, sondern hier auch eine lange Tradition, eine ganze Geschichte, oft von vielen Jahrhunderten, verkörpern. Denn hier würde der doppelte Schaden gestiftet, daß nicht nur zahlreichen Mißverständnissen Raum gegeben würde, sondern es wäre auch eben jene Tradition und geschichtliche Überlieferung gerade da unterbrochen worden, wo es besonders wichtig wäre, sie aufrecht zu erhalten. Man denke etwa an solche Begriffe wie Atom oder Substanz, Begriffe, in denen sich Erkenntnisbestrebungen gleichsam kristallisiert haben, die über Jahrhunderte und selbst Jahrtausende hinweg reichen. Es bedarf keines näheren Nachweises, wie wichtig es für den Fortschritt der Wissenschaft ist, daß an solchen einheitlichen Begriffen, welche die Tradition den Generationen weitergibt, die fortschreitende Erkenntnis immer wieder feste Stützpunkte findet, eine Einheitlichkeit, die natürlich durch feste terminologische Wortausprägung weitaus am besten gewährleistet ist. Gerade da, wo man dem alten Wort auf der Grundlage neuer Erkenntnisse auch einen neuen begrifflichen Inhalt zu geben sucht, wird man durch eben jene Einheitlichkeit der Wortausprägung immer wieder darauf geführt, sich mit der Fülle von Problemen auseinander zu setzen, die dadurch überliefert sind. Bei den angeführten Begriffen, Substanz und Atom, ganz besonders dem letzteren, hat dies noch gerade in unseren Tagen auch die exakte Naturwissenschaft erfahren.

Schließlich kann man noch sagen, daß ein gewisser Ausgleich zwischen esoterischer und exoterischer philosophischer Begriffs- und Wortbildung allmählich schon durch die Sprache selbst herbeigeführt wird, indem das unmittelbare Bedürfnis auch des Sprachgeistes auf der einen Seite von zweideutigen populären Ausdrücken zu strengeren Terminis hindrängt, auf der anderen Seite ebenso, umgekehrt, allzu fremdartige umgewandelt oder der eigenen Sprache assimiliert oder auch wohl ganz und gar in den allgemeinen Sprachschatz mit aufgenommen werden. Voraussetzung für diesen Ausgleich ist nur, daß es sich um eine Sprache handelt, die noch in lebendiger Fortentwicklung sich befindet, und daß sie ihrer Natur nach einen gewissen philosophischen Charakter hat — und dies letztere gilt wohl, nächst der griechischen, von keiner mehr als von der deutschen Sprache.

Emissions- und Absorptionsspektren der Röntgenstrahlen.

Von Dr. Manne Siegbahn, Lund,

Physikalisches Institut der Universität.

(Schluß.)

Zweiter Teil.

9. Technik der Röntgenspektroskopie.

Die in den zwei letzten Paragraphen dargelegten Emissions- und Absorptionsverhältnisse geben uns genügende Hinweise für die Praxis der Röntgenspektroskopie. Einerseits wurde gezeigt, daß zur Erregung einer Liniengruppe eine gewisse Minimalspannung erforderlich ist, andererseits können wir mit Hilfe der Absorptionsformel (5) eine Schätzung der von verschiedenen Substanzen im Strahlenwege bedingten Schwächung bei einer vorgegebenen Wellenlänge erhalten. Wenn die erste Bedingung — außer bei der K-Reihe der schwersten Elemente — leicht erfüllt werden kann, bereitet dagegen die starke Zunahme der Absorption mit der Wellenlänge gewisse praktische Schwierigkeiten. Eine Mehrzahl der Liniengruppen erfordert unbedingt Untersuchung im Vakuum. Für diesen Zweck sind besondere Vakuumspektrographen konstruiert worden. Es würde uns zu weit führen, auf diese Frage näher einzugehen. Ein Bericht über die hierhergehörigen experimentellen Methoden findet sich im Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik Bd. XIII, Heft 3, 1916.

Zur Erregung der Spektren hat man prinzipiell zwischen zwei Methoden zu wählen: entweder das zu untersuchende Element, gleichgültig ob rein oder in irgendwelcher Verbindung als (oder an der) Antikathode dem Kathodenstrahlenbombardement auszusetzen; oder das Element kräftigen Röntgenstrahlen von einem technischen Rohre aussetzen. Wir wissen, daß dann die charakteristische Strahlung des Elementes als Sekundärstrahlung ausgesandt wird, vorausgesetzt, daß die primäre Strahlung eine gewisse Minimalhärte besitzt.

Beide Methoden sind schon verwandt worden; die letztere ist bequemer wegen Fortfall der Anordnungen zur Evakuierung des Röntgenrohres. Die erstere hat demgegenüber den Vorteil, weit kräftigere Spektren zu geben. Unter Benutzung der neuen gasfreien sehr lichtstarken Röhre scheint es aber nicht ausgeschlossen, daß die Sekundärstrahlungsmethode größere Verwendung finden kann. — Für die Technik im übrigen sei auf den eben erwähnten Bericht hingewiesen.

10. Gesetzmäßigkeiten in den Röntgenspektren.

Schon Moseley hat in seiner grundlegenden Arbeit auf eine bemerkenswerte Gesetzmäßigkeit innerhalb der Röntgenspektren hingewiesen. Trägt man in einem Koordinatensystem die Wurzel der Röntgenfrequenzen als Funktionen der Ordnungszahl des betreffenden Elementes auf, so geben zusammengehörige Spektrallinien je eine

Gerade oder wenigstens eine Kurve, die von einer Geraden sehr wenig abweicht. Für die stärkste Linie der K -Reihe wurde eine Darstellung durch die Formel

$$\nu = R(N-1)^2 \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right] \dots \dots (5a)$$

$$= R(N-1)^2 \frac{3}{4} \dots \dots \dots (5b)$$

gefunden. R ist die bei gewöhnlichen Spektren vorkommende Rydbergsche Konstante. Die Darstellung (5a) wurde gewählt, um die Ähnlichkeit mit gewöhnlichen Spektralserieformeln hervortreten zu lassen.

Bekanntlich ist es Bohr gelungen, unter Benutzung eines von Rutherford zur Erklärung der α -Strahlenzerstreuung aufgestellten Atommodells auf der von Planck geschaffenen Grundlage — der Quantentheorie — eine Herleitung der Spektralformel zu geben, wie sie in den einfachsten Fällen empirisch gefunden worden war. Man stellt sich dabei nach Rutherford vor, daß ein Atom aus einem positiven Zentralkörper, dem „Kern“, mit sehr kleinen Lineardimensionen (10^{-12} — 10^{-13} cm) und darum kreisenden negativen Ladungen, Elektronen besteht. Diese letzteren Elektronenringe haben einen Durchmesser von der Größenordnung 10^{-8} cm. Die Masse des Atoms hat im wesentlichen im Kern ihren Sitz. Da das Atom im allgemeinen nach außen unelektrisch sein soll, muß die Summe der um den Kern kreisenden Elektronen gleich der positiven Ladung des Kerns und ferner — nach einer Hypothese von van den Broek — gleich der Ordnungszahl des Elementes sein.

Im einfachsten Falle — des Wasserstoffatoms — haben wir uns daher ein einziges Elektron um eine einfache positive Ladung kreisend zu denken; ein positiv geladenes Heliumatom würde eine doppelte positive Kernladung besitzen mit einem kreisenden Elektron usw.

Nehmen wir dann ein solches Atommodell an, dessen positiver Kern aus N Ladungseinheiten $+e$ besteht, welcher von einem einzigen Elektron ($-e$) umkreist wird, so stellt sich nach Bohr die Berechnung der ausgesandten Lichtfrequenzen folgendermaßen:

1. Nach der allgemeinen Mechanik erhält man durch Gleichsetzen der Zentrifugalkraft einerseits, der durch die elektrischen Kräfte bedingten Attraktion andererseits, eine Bedingungsgleichung für Abstand der Ladungen und die Rotationsfrequenz (ω). Es wäre nach dieser Berechnung zu jedem Abstand immer eine passende Rotationsfrequenz zu finden. Demgegenüber nimmt Bohr an:

2. Unter den so möglichen Bahnen hat man nur diejenigen auszuwählen, bei denen die kinetische Energie (T) ein ganzes Vielfaches von $\frac{1}{2} h \omega$ (h = Plancksche Konstante) ist

$$T = n \frac{1}{2} h \omega \dots \dots \dots (6)$$

3. In den so gefundenen stationären Bahnen bewegen sich die Ladungen ohne Strahlung.

4. Die Lichtstrahlung kommt dadurch zustande, daß die Ladungen von einer dieser Bahnen (Energie W_m) zu einer anderen (Energie W_n) überspringt. Die dabei ausgesandte Strahlung ist homogen und von der Frequenz ν , die bestimmt wird durch die Gleichung

$$h\nu = W_m - W_n \dots \dots \dots (7)$$

Wie zu ersehen ist, geht die Quantentheorie zweimal in die Berechnungen ein: teils beim Auswählen der stationären Bahnen, teils bei Bestimmung der Frequenz des ausgesandten Lichtes. Die Berechnungen von Bohr ergaben die Frequenzformel nach (6) und (7)

$$\nu = N^2 \frac{2\pi^2 e^4 M \mu}{h^3 (M + \mu)} \left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right] \dots \dots (8)$$

M Masse des Kerns.

μ „ „ „ Elektrons.

Als Beispiel betrachten wir die Spektralreihen des Wasserstoffes; dann ist $N=1$ und die Reihen:

$$\text{Ultraviolette Serie } \nu = R \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2} \right]; m = 2, 3, 4 \dots$$

$$\text{Balmerische Serie } \nu = R \left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right]; m = 3, 4, 5 \dots$$

$$\text{Ultrarote Serie } \nu = R \left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{m^2} \right]; m = 4, 5, 6 \dots$$

Beachten wir jetzt, daß in R das Quadrat der Kernladung eingeht, so tritt die Übereinstimmung mit der Formel (5a) der Röntgenspektren zutage. Es wäre die betreffende Röntgenspektrallinie aufzufassen als eine Wasserstofflinie, bei welcher die Kernladung bei jedem Element im periodischen System um eine Einheit wächst.

Allerdings zeigen die neueren ausgedehnteren Messungen, daß eine Gleichung wie (5) nicht streng erfüllt ist, sondern nur eine erste Approximation darstellt. Den Grund hierfür werden wir später erörtern. Für praktische Zwecke, z. B. zum Aufsuchen einer unbekannten Linie, die einer gegebenen Serie angehört, kann die Formel von großem Nutzen sein. Auch war es schon bei den ersten Röntgenspektralaufnahmen möglich, die vorhandenen Elemente mit dieser Formel abzu zählen und damit auch Lücken im periodischen Systeme festzustellen. In dieser Weise fand Moseley bestätigt, daß bis Gold nur noch drei Elemente zu entdecken waren (nämlich zwischen Mo und Ru, Nd und Sa, W und Os). Ebenso konnte Verf. zeigen, daß die allgemein angenommene Reihenfolge und Verteilung der schwersten Elemente (von Gold mit $N=79$ bis Uran mit $N=92$) auch hier bestätigt wurde.

Anschließend an die Bohrschen Vorstellungen über das Zustandekommen der Spektrallinien hat dann W. Kossel eine sehr interessante und plausible Erklärung des Emissionsvorganges bei Röntgenspektren gegeben. Wir hatten schon früher bemerkt, daß gleichzeitig mit der Erregung der charakteristischen Strahlung noch eine zweite

von korpuskularer Natur erscheint. Nach *Kossel* hat man diese Auswerfung von den im Atome innersten Elektronen als die Vorbedingung für das Zustandekommen der charakteristischen Röntgenstrahlung anzusehen, und zwar in der Weise, daß der so freigewordene Platz durch Hineinfallen eines der äußeren Elektronen wieder besetzt wird. Ist der freie Platz im allerinnersten Elektronenring (dem *K*-Ring) und wird derselbe durch ein Elektron aus dem nächstinneren Ring besetzt, so entsteht bei dem Überspringen die *K- α* -Linie. Kommt dagegen das Elektron vom dritten Ringe, so erscheint die *K- β* -Linie usw. Ist der freie Platz im zweiten Ringe (*L*-Ringe), so entsteht bei seiner Wiederbesetzung eine *L*-Linie.

Kossel konnte diese Hypothese noch durch eine Reihe interessanter numerischer Beziehungen stützen. Es liegt auch in dieser Erklärung des Vorganges die Bedingung eingeschlossen, wie sie früher von anderer Seite als richtig erkannt war, nämlich daß die *K*-Reihe die härteste charakteristische Röntgenstrahlung darstellt. Bemerkenswert ist daher ein neulich von *Barkla* mitgeteilter Befund, daß er in einigen Fällen eine noch härtere Strahlung gefunden hat. Die vom Verf. innerhalb der angeführten Wellenlängen nachgesuchten Strahlungen haben aber von der Existenz einer solchen kein Anzeichen gegeben. Ebenso wenig haben sich die von *Laub* gefundenen *J*-Reihen bestätigen lassen.

Eine Schwierigkeit der oben skizzierten Theorie liegt jedoch darin, daß die *K- α* -Linie nicht, wie zu erwarten wäre, einfach ist, sondern aus zwei dicht aneinander gelegenen Linien besteht (Wellenlängenabstand etwa 0,004 A.E.). Es ist dann bemerkenswert, daß eben diese Dupletteigenschaft der stärksten Linie sozusagen einen Leitstern für den Ausbau der eleganten Theorie von *Sommerfeld* bildet. Gelingt es doch, dieses Duplett bei den Röntgenspektren nicht nur qualitativ zu erklären, sondern sogar zahlenmäßig mit den gewöhnlichen Spektren zu verknüpfen.

Sommerfeld hat die oben kurz wiedergegebene Theorie von *Bohr* dadurch erweitert, daß er bei Bestimmung der stationären Bahnen nicht nur eine Quantelung in bezug der Winkelkoordinate, sondern auch in betreff der radiellen Koordinaten vornimmt. Es entstehen so außer Kreisbahnen eine Reihe Ellipsenbahnen, die aber, wie *Sommerfeld* zeigt, ganz bestimmte Exzentrizitäten haben müssen. So erweitert sich denn auch der Ausdruck für die Wasserstofffreien zu

$$\nu = R \left[\frac{1}{(n + n')^2} - \frac{1}{(m + m')^2} \right] \cdot \cdot \cdot \quad (9)$$

wo *n*, *m* Zahl der Quanten an der azimutalen Koordinate, *n'* und *m'* entsprechendes bei der radialen Koordinate darstellt. Bei der Balmerischen Reihe war *n* + *n'* = 2, was entweder durch

$$n = 2, \text{ und } n' = 0$$

$$\text{oder } n = 1, \text{ und } n' = 1$$

erzielt werden kann (die dritte Möglichkeit *n* = 0, *n'* = 2, was eine geradlinige Bewegung

durch den Kern bedeutet, ist auszuschließen). Die zwei Bahnen sind in Fig. 8a gezeichnet. Wir sehen somit, daß dieser erste Term eigentlich doppelt ist. Entsprechend kann gezeigt werden, daß der zweite Term mit *m* + *m'* = 3, 4, 5, ... auch drei-, vier-, ...-fach ist (Fig. 8b, 8c). Jede Spektral-



Fig. 8 a.



Fig. 8 b.



Fig. 8 c.

linie der Balmerischen Reihe ist somit aufzufassen als eine vielfache Linie. *Sommerfeld* hat ferner gezeigt, daß unter Berücksichtigung der Abhängigkeit der Elektronenmasse von der Geschwindigkeit diese verschiedenen Linien nicht vollständig zusammenfallen⁴). Der zweifache erste Term in Gleichung (9) gibt z. B. zu einer engen Duplette Veranlassung, deren Frequenzabstand

$$\Delta \nu = \frac{R a^2 \left(\frac{E}{e} \right)^4}{2^4}$$

ist. In dieser Formel interessiert uns zunächst der letzte Faktor $\left(\frac{E}{e} \right)^4$, d. h. das Verhältnis zwischen Kernladung und Elektronladung in vierter Potenz.

Bei Wasserstoff ist *E* = *e* und die Frequenzdifferenz daher einfach:

$$\Delta \nu_H = \frac{R a^2}{2^4}$$

Betrachten wir jetzt die Formel von *Moseley* für die *K- α* -Reihe

$$\nu = R (N-1)^2 \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right]$$

so sehen wir, daß hier der zweite Term $\frac{1}{2^2} = \frac{1}{(m + m')^2}$

in zweifacher Weise zustande kommen kann, während der erste Term eindeutig bestimmt ist. Entsprechend den zwei Entstehungsarten: Kreis mit zwei azimutalen Quanten oder Ellipse mit einem azimutalen und einem radialen Quant, finden wir dann sofort, daß die *K- α* -Linie doppelt sein muß, und zwar mit einer Frequenzdifferenz, die sich zu

$$\Delta \nu = \left(\frac{E}{e} \right)^4 \cdot \Delta \nu_H$$

bestimmt. Es bedeutet *E* hier die „effektive“ Kernladung, d. h. die Ladung, die vom Atominneren auf das betrachtete Elektron wirkt. Es kann dies von der wahren Kernladung (gleich Ordnungszahl des Elementes) verschieden sein und braucht ferner keine ganze Zahl zu sein. In der betreffenden *K- α* -Reihe war sie *N*—1, so daß die Frequenzdifferenz der α -Linien schließlich dargestellt wird durch

$$\Delta \nu = (N-1)^4 \Delta \nu_H.$$

⁴) Ein Vergleich mit experimentellen Daten, besonders den neuen Messungen von *Paschen*, hat eine weitgehende Stütze dieser Theorie der Feinstruktur der Spektrallinien gegeben.

Die Messungen haben diese Formel, welche einen Frequenzabstand im Wasserstoffspektrum mit einem solchen im Röntgenspektrum der Elemente verknüpft, vollauf bestätigt. Ferner hat *Sommerfeld* zeigen können, daß die *L*-Reihe in zwei Gruppen von 9 bzw. 4 Linien zerfällt, die entsprechende Frequenzdifferenzen zeigen. Das in der Fig. 9 wiedergegebene *L*-Reihen-Schema gibt nach *Sommerfeld* die zusammengehörigen Dupletten an.

Wir können auf die näheren Einzelheiten dieser überaus interessanten und vielversprechenden Theorie nicht eingehen, sondern verweisen auf die Originalarbeiten von *Sommerfeld* in Ann. d. Phys. 1916 und Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. in Mün-

dem oben angegebenen Verfahren berechnet werden konnten.

Die Vergleichung dieses γ -Strahlspektrums des RaB — ein Element, das bekanntlich in chemischer Hinsicht mit Blei identisch ist — mit dem Röntgenspektrum des Bleis zeigt jetzt, daß die meisten Linien innerhalb der Meßgenauigkeit miteinander übereinstimmen. Besonders gilt dies für die stärkeren Linien, wie aus Fig. 10 zu ersehen ist. Einige schwächere Linien scheinen mit den stärksten Linien von Bi übereinzustimmen, was durch die Anwesenheit einer schwachen γ -Strahlung von RaC zu erklären wäre, da RaC und Bi miteinander isotopisch sind.

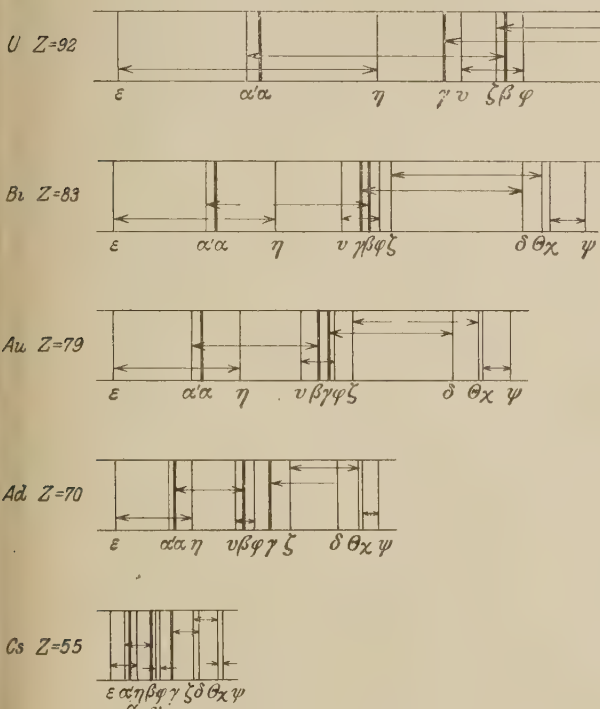


Fig. 9.

chen 1915/1916. Siehe ferner *Epstein* in Ann. d. Phys. 1917.

11. γ -Strahlen der radioaktiven Elemente.

Von den verschiedenen Strahlungen, durch die die radioaktiven Elemente sich kenntlich machen, hatte man schon frühzeitig die γ -Strahlen als elektromagnetische Wellen erkannt und mit den Röntgenstrahlen wesensgleich gedeutet. Die Verwendung von Kristallgittern hat auch für diese Wellen sich als ein geeignetes Hilfsmittel erwiesen, und zwar ist es zuerst *Rutherford* und *Andrade* gelungen, eine Analyse der γ -Strahlung des RaB auszuführen. Durch die früheren Absorptionsuntersuchungen war bekannt, daß die γ -Strahlung dieses — wie auch andere radioaktive Elemente — aus einigen ziemlich homogenen Gruppen bestand. Mit Hilfe der Gitteranalyse gelang es, diese Gruppen in eine Mehrzahl „Spektrallinien“ zu zerlegen, deren Wellenlängen nach

Doch kommt in den γ -Strahlspektren eine Reihe schwächerer Linien vor, die bisher mit keinen Linien in den Röntgenspektren zu identifizieren sind.

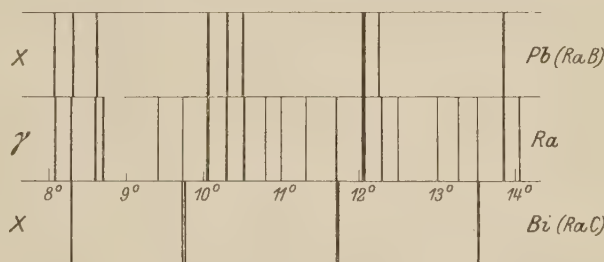


Fig. 10.

12. Röntgenspektren der isotopen Elemente.

War somit gezeigt worden, daß das γ -Strahlenspektrum eines radioaktiven Stoffes im großen und ganzen mit dem Röntgenspektrum eines mit diesem isotopischen Element übereinstimmt, so könnte man die Frage stellen, ob die Röntgenspektren der verschiedenen Isotopen vollkommen identisch sind oder ob die Verschiedenheit der Massen ihrer Atome sich kenntlich macht. Nach unseren jetzigen Vorstellungen sind die Isotopen durch gleiche Werte ihrer Kernladungszahl, d. h. gleiche positive Ladung ihrer Kerne, charakterisiert. Da diese letzteren nur durch den Überschuss der Anzahl der positiven Ladungen über den negativen bestimmt sind, gehören zu jeder Kernladungszahl (gleich Ordnungszahl des Elementes) mehrere Kombinationen, die aber verschiedene Masse geben können. So ist es denn auch bekannt, daß z. B. RaB mit Atomgewicht 214 die gleiche Kernladungszahl wie RaG mit Atomgewicht 206 besitzt. Beide sind ferner mit Blei chemisch identisch. Ihre Kernladungszahl beträgt 82.

Dank des freundlichen Entgegenkommens des Herrn Prof. Dr. *Otto Hönigsmid* (Prag) war Verfasser in stande, eine vergleichende Untersuchung der Röntgenspektren zweier Isotopen, nämlich RaG und gewöhnliches Blei, auszuführen. Durch Verwendung kristallisierter Uranpech-

blende als Ausgangsmaterial ist es bekanntlich Prof. *Hönigschmid* gelungen, besonders reines RaG darzustellen von dem Atomgewicht 206,06. Eine kleine Menge dieses Stoffes wurde für die Untersuchung der Röntgenspektren zur Verfügung gestellt.

Bei der Aufnahme wurde so verfahren, daß an derselben Platte und unter möglichst identischen Bedingungen die Röntgenspektren von RaG und vom gewöhnlichen Blei (Atomgewicht 207,20) aufgenommen wurden. Als Resultat ergab sich, daß die zwei Spektren, soweit die Genauigkeit der Methode zu beurteilen gestattet, miteinander identisch waren. Die Verschiebung der Linien bei diesen Isotopen beträgt daher höchstens $0,0005 \times 10^{-8}$ cm im Wellenlängenmaß.

Besprechungen.

Escherich, K., Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise. 2. verbesserte und vermehrte Auflage. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1917. XVI, 348 S. und 98 Textabbild. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 12,—.

Escherichs Buch *Die Ameise* war bei seinem Erscheinen vor mehr als 10 Jahren das erste größere Werk allgemeinen Inhalts, das den neueren Forschungen der Ameisenkunde gerecht wurde und dabei auch die ausländischen Ameisen berücksichtigte. Die Ergebnisse zahlreicher neuerer Untersuchungen, vor allem auf biologischem Gebiet, hatten im Laufe der Zeit eine Neubearbeitung wünschenswert gemacht, die nunmehr vorliegt, um mehr als 7 Druckbogen vermehrt ist und zahlreiche neue Abbildungen bringt. Kapitel 7, das die soziale Symbiose behandelt, ist umgearbeitet, ebenso Kapitel 9, über die Beziehungen zwischen Ameisen und Pflanzen, und besonders das 10., über die Psychologie der Ameisen. Neu ist der Anhang: Die Ameisen als lästige Haus- und Gartenbewohner und ihre Bekämpfung. Die Bestimmungstabellen der einheimischen Formen im Anhang 2 sind verbessert und erweitert (*Leptothorax*, *Messor*, *Plagiolepis*, *Lasius*, *Formica*, *Camponotus*). — Im Folgenden ein Überblick über den reichen Inhalt:

Eine Einleitung, die über die systematische Gliederung der Ameisengruppe und ihre geographische Verbreitung (durch den Verkehr verschleppte Formen sind hierbei neu aufgenommen) Auskunft gibt und allgemeine Bemerkungen über das Staatenleben dieser Insekten bringt, macht uns weiterhin mit den bei der Erforschung ihrer Lebensgewohnheiten in Betracht kommenden Untersuchungsmethoden bekannt, für welche die Kenntnis der „künstlichen Nester“ von Wichtigkeit ist. Ein kurzer Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Ameisenkunde schließt den Abschnitt.

Das folgende Kapitel führt uns in die Kenntnis der anatomischen Verhältnisse des Körpers ein; besonders die Behandlung des Genitalapparates hat hier gegen die erste Auflage eine Erweiterung erfahren. Hieran schließt sich eine Darstellung der Erscheinungen des Polymorphismus unter den Ameisen, und zwar zunächst der normalen Formen (♀, ♂, ♂), dann der von ihnen abweichenden (atypischen) Formen. Die männlichen unter letzteren sind gynaecomorph (mehr dem ♀ als dem ♂ ähnlich, außer bei *Epoecus*, besonders bei der arbeiterlosen, ungeflügelten Gattung *Anergates*), ergatomorph (dem ♀ ähnlich, ungeflügelt, bei *Cardiocondyla*, *Formicoxenus* und *Ponera*-Arten be-

obachtet) und doryloid (♂ der Treiberameisen, deren äußere Erscheinung von der gewöhnlichen Ameisengestalt so auffallend abweicht, daß der Laie sie gar nicht für Ameisen hält). Die weiblichen der atypischen Formen sind *Mikrogyne* (Zergweibchen, z. B. beobachtet bei *Myrmica*, *Leptothorax*, *Formica*), β-Weibchen (durch Verdickung der Beine, stärkere Behaarung u. a. von den normalen, α-Weibchen, ausgezeichnet, bisher nur bei einem nordamerikanischen *Lasius* gefunden), makronote, brachyptere Weibchen (pathologische Formen mit auffallend breiterem Bruststück und kurzen Flügeln, bei einigen *Formica*-Arten vorkommend). Die ungeflügelten Weibchen sind zu unterscheiden in doryloide Weibchen (bei Treiberameisen), ergatoide Weibchen (dem ♀ ähnlich, doch viel größer als dieser, vor allem bei *Poncrinen* bekannt, ziemlich häufig auch bei der Amazonenameise *Polyergus*) und *Pseudogynen* (mit buckliger Auftreibung des Mittelrückens, durch Anwesenheit gewisser Ameisengäste im Nest verursacht). — Unter den Arbeitern vieler Ameisenarten sind in Größe und Gestalt verschiedene, aber durch Übergänge verbundene Formen vorhanden (inkompletter Dimorphismus), während durch auffallende Gestalt besonders des Kopfes die Soldaten (♂) charakterisiert sind (kompletter Dimorphismus). Hieran schließen sich eine Reihe weiterer Formen (Makroergaten, gynaekoide Arbeiter, Honigträger, mermitophore Arbeiter, Pterergaten), auf deren Eigenart hier nicht eingegangen werden kann, ferner arbeiterähnliche Weibchenformen und die gelegentlich beobachteten Hermaphroditen. Im nächsten Abschnitt werden dann Funktion und Bedeutung sowie die Entstehung jener Formen vom biologisch-phylogenetischen und vom physiologisch-ontogenetischen Gesichtspunkt erörtert, wobei der heute wohl allgemein angenommene Standpunkt maßgebend ist, daß die geflügelten Formen der Geschlechtstiere als die ursprünglichen aufzufassen sind. — Das dritte Kapitel behandelt die Fortpflanzungsverhältnisse, zunächst die Befruchtung, dann die Gründung neuer Kolonien (Unabhängige Koloniegründung, Abhängige Koloniegründung mit Hilfe fremder Ameisen (4 Modi), Koloniegründung durch Spaltung), deren Weiterentwicklung und schließlich Verfall, die Erscheinungen der Metamorphose und der Brutpflege. — Die Behausungen der Ameisen werden gruppiert in Dauernester, Wandernester und Nebenhäuser, erstere wiederum unterschieden in Erdnester, kombinierte Nester, Holznester, Marknester, Nester in schon vorhandenen Höhlungen, Kartonnester, gesponnene Nester, endlich zusammengesetzte Nester und gemischte Kolonien. Eine große Zahl Abbildungen trägt zur Veranschaulichung der Bauten bei.

Anschließend an die Ernährungsweise der Ameisen werden wir weiterhin mit gewissen Besonderheiten in derselben bekannt gemacht, als welche in erster Linie die Ausscheidungen von Blattläusen und Lycaenidenraupen in Betracht kommen. Eigenartig sind die als Honigtöpfe bezeichneten Individuen mancher Arten (z. B. *Myrmecocystus*), ebenso die Gewohnheit des Körnersammelns anderer (besonders *Messor*) und die merkwürdigen Erscheinungen des Pilzzüchtens amerikanischer Blattschneiderameisen. Beobachtungen über verschiedene andere Lebensgewohnheiten, wie Reinigung, Schutz- und Verteidigungsmaßregeln, Kämpfe und Umzüge, besonders die Wanderungen der Treiberameisen, schließen das Kapitel.

Es folgt nun die Darstellung der interessanten Verhältnisse zwischen Ameisengesellschaften untereinander und zu anderen sozialen Insekten, den Termiten (Soziale

Symbiose), wobei vorzugsweise die Darlegungen *Wasmanns*¹⁾ berücksichtigt werden. Von *zusammengesetzten Nestern* spricht man bei mehr oder weniger zufälligem Beisammenwohnen von 2—3 verschiedenen Ameisenarten ohne gemeinsamen Haushalt, infolge ähnlicher Lebensgewohnheiten (obwohl auch einige Fälle bei amerikanischen Ameisen bekannt sind, wo zwei ganz verschiedene Ameisenarten friedlich dasselbe Nest bewohnen — *Parabiose*), oder wenn es sich um gesetzmäßige Formen solcher Nester handelt, in denen die Mitbewohner entweder als *Gastameisen* (*Formicorenus* bei der roten Waldameise) oder als *Diebsameisen* (*Solenopsis fugax*, die ihre Nesträume in den Wänden der Nester größerer Arten anlegt und diesen großen Schaden zufügt), zu bezeichnen sind. Die Entstehung *gemischter Kolonien* ist darauf zurückzuführen, daß die Weibchen mancher Ameisenarten die Fähigkeit verloren haben, selbständig eine neue Kolonie zu gründen, und gezwungen sind, sich von Arbeitern der eigenen oder einer anderen Art aufnehmen zu lassen (*Adoptionskolonien*), sich durch Raub von Puppen anderer Arten Arbeiter zu verschaffen (*Raubkolonien*) oder sich einem befruchteten fremden Weibchen anzuschließen (*Allianzkolonien*). Die gemischten Kolonien sind zu unterscheiden in *temporär gemischte Kolonien*, bei deren Besprechung auf die Eigentümlichkeiten gewisser Ameisen (*Formica*- und *Lasius*-Arten, *Bothriomyrmex* und verschiedene *Myrmecinen*) eingegangen wird, und in *dauernd gemischte Kolonien*, deren längerer Bestand ermöglicht wird 1. dadurch, daß die Hilfsameisen fortwährend durch Raub und Aufzucht neuer Puppen ergänzt werden (*Sklavenraub*, *Dulosis*, [*Formica sanguinea*, die blutrote Ameise, mit *F. fusca* und anderen dieser Gattung, — *Polyergus rufescens*, die Amazonenameise, mit *Formica*-Arten]); 2. dadurch, daß sich zwei Weibchen verschiedener Arten friedlich miteinander verbinden, so daß stets Nachkommen beider Arten erzeugt werden (*Allianz*, [*Strongylognathus testaceus* mit *Tetramorium caespitum*]); 3. durch Ausschaltung der Arbeiterkaste der einen Art, so daß die betreffenden Kolonien schließlich nur aus Geschlechtstieren der einen und den Arbeitern der andern Art bestehen (*dauernder Sozialparasitismus* [*Anergates atratulus* mit *Tetramorium*, *Wheelcriella santschii*, Tunis, mit *Monomorium salomonis*]). Hieran schließt sich die Erörterung der Stammesgeschichte des Sozialparasitismus und der Sklaverei bei Ameisen sowie ein Übersichtsschema unter Anschluß an *Wasmanns* Auffassungen. — Der ganze Abschnitt bringt übrigens, wie der Verfasser hervorhebt, gegenüber der früheren Auflage mehr Schilderung von Tatsachen als Hypothesen, da sich in Anbetracht neuerer Forschungen herausgestellt hat, daß das Problem der gemischten Kolonien weit komplizierter ist, als man früher angenommen hatte.

Die Beziehungen der Ameisen zu nichtsozialen Tieren, *individuelle Symbiose* oder *Myrmekophilie* im weitesten Sinn genannt, sind Gegenstand des 8. Kapitels. Als *aktive Beziehungen* oder *Trophobie* bezeichnet man diejenigen zu gewissen Insekten (Blattläuse, Schildläuse, gewisse Lycanidenraupen), welche Ausscheidungen produzieren, die den Ameisen als Nahrung dienen. Die zu den letzteren in *passiven Beziehungen* stehenden Tiere sind zu unterscheiden in *Synanthren* (feindlich verfolgte Einmieter), *Synocken* (indifferent geduldete Einmieter), *Symphilen* (gepflegte

Gäste) und *Parasiten*. — Den Beziehungen der Ameisen zu Tieren schließen sich die zur Pflanzenwelt an, welche letztere beim Nahrungserwerb oder beim Nestbau der Ameisen mehr oder weniger geschädigt wird, aber durch Vertilgen oder Fernhalten von Schädlingen durch Ameisen auch Vorteile von ihnen haben kann. Besonders eingegangen wird auf die sogenannten Ameisenpflanzen, an denen gewisse Einrichtungen den Ameisen Nahrung und Wohnung bieten, wodurch wiederum den Wirtspflanzen Schutz gegen mancherlei Feinde gewährt werden soll. Die nach der einen oder der anderen Seite zu weitgehenden hierauf bezüglichen Theorien werden abgelehnt. Mit der Verbreitung von Pflanzensamen durch Ameisen und der Überlegenheit der Pflanzenwelt an gewissen Stellen dem Vordringen von Ameisen gegenüber schließt dieser Teil.

Das letzte (10.) Kapitel verbreitet sich über ein Gebiet, das in den letzten Jahren der Ameisenforschung Gegenstand eingehendster Untersuchungen und Erörterungen war und noch ist: die Psychologie der Ameisen, für die vorliegende Auflage unseres Werkes von einem dieser Forscher (*Brun* in Zürich) durchgesehen und bedeutend erweitert. — Nach einer Betrachtung über die Sinne und das Großhirn der Ameisen wird eine Reihe von Problemen eingehend behandelt. Das gegenseitige Erkennen, das Wegfinden der Ameisen, ihr Mitteilungsvermögen, sowie die Frage, ob diese Tiere ein formelles Schlußvermögen besitzen, als Antwort darauf, daß ihnen die höchsten geistigen Fähigkeiten vollkommen abgehen. Das Schlußresultat dieses interessanten Kapitels der Ameisenkunde ist in den Worten zusammengefaßt: Die Ameisen sind keine Miniaturmenschen, aber auch keine Reflexautomaten. Sie sind vielmehr mit psychischen Qualitäten reichlich ausgestattete Wesen, bei denen man Gedächtnis, Assoziationen von Sinnesbildern, Wahrnehmungen, Benutzung von individuellen Erfahrungen, und somit deutliche, wenn auch geringe individuelle plastische Anpassungen nachweisen kann. Die höchste psychische Plastizität kommt den Arbeitern zu; bedeutend geringer ist sie bei den Weibchen, um bei den Männchen fast auf Null herabzusinken.

H. Stitz, Berlin.

Abderhalden, Emil, Die Grundlagen unserer Ernährung mit besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit. Berlin, Julius Springer, 1917. VI, 144 S. und 2 Figuren. Preis M. 2,80.

Auch *Abderhalden* hat die Erfahrung gemacht, daß selbst gebildete Kreise auch heute noch die Gültigkeit der Gesetze von der Erhaltung des Stoffs und der Kraft für die Biologie nicht anerkennen wollen; sie kommen von der mystischen Vorstellung einer eigentümlichen Lebenskraft nicht los und erwarten immer noch, daß ein besonders wirksames, konzentriertes Nahrungsmittel gleich der Pille in der Westentasche gefunden werde. Um bessere Kenntnisse über die Funktionen unseres Körpers, über Leistung und Aufgabe unserer Nahrung in weite Volksschichten zu tragen, hat *Abderhalden* die Unterrichtsmittel seines Hallenser Instituts benutzt und allgemein verständliche Ferienkurse abgehalten: ein Niederschlag dieser Kurse ist vorliegendes Buch. Mit Recht erwartet er, daß das durch die Zeitverhältnisse geweckte Interesse für die speziellen Fragen unserer Ernährung durch Wort und Schrift so erhalten auch für die Zukunft nutzbar gemacht wird, indem es den Wunsch rege werden läßt, mehr als bisher über Einrichtung und Tätigkeit des Körpers und der einzelnen Organe unterrichtet zu sein. Es ist merkwürdig, wie wenige Menschen über den Betrieb ihres eigenen Organismus Bescheid wissen.

¹⁾ *Wasmann*, Das Gesellschaftsleben der Ameisen. 2. Aufl., Bd. 1, Münster 1915.

Deshalb behandelt *Abderhalden* der Hauptsache nach die *Grundlagen* unserer Ernährung, unsere organischen und anorganischen Nährstoffe, ihre Herkunft, ihr Schicksal bei der Verdauung und im Zellstoffwechsel, ihre gegenseitige Vertretbarkeit, welche Mengen nötig sind und zu welchen Leistungen sie unseren Körper befähigen.

Den Vorwurf der Einseitigkeit und der Unterschätzung für die stofflichen Aufgaben der Nährstoffe der gegen die energetische Beurteilung der Kostsätze, wie sie jetzt gang und gäbe ist, von manchen Seiten erhoben worden ist, weist *Abderhalden* zurück, denn sie vergessen zu berücksichtigen, was als selbstverständlich nicht immer wieder betont wird, daß die moderne Ernährungsphysiologie zwar mit den reinen Nährstoffen rechnet, aber praktisch nicht mit ihnen, sondern mit den Nahrungsmitteln arbeitet, die aus der belebten Natur stammend alle notwendigen Bau- und Betriebsstoffe enthalten. Deren Beschaffung braucht uns daher keine besondere Sorge zu machen. Auch die aktuellen Probleme der Ernährungsphysiologie, wie die vegetarischen Bestrebungen, der Einfluß des Appetits, die Frage des Eiweißbedarfs, das Bedürfnis nach besonderer Zufuhr von Salzen und Ergänzungsstoffen wird in dem Büchlein erörtert. Und zum Schluß unsere Kriegskosten nach Menge und Art in großen Zügen beurteilt.

Die zweckmäßige Auswahl der Nahrungsmittel nach der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Einzelnen und des ganzen Volkes, die Möglichkeit, den Anbau bestimmter Nutzpflanzen einzuschränken oder zu erweitern, ihre Transportfähigkeit, ihre Handelsfähigkeit, ihre Verwertbarkeit in der Küche, alles dies erfordert Eigenschaften des Nahrungsmittels, die unabhängig von seinem Nährwert seinen Marktwert festsetzen. Auf diesen ist der Krieg von hervorragendem Einfluß. Um nur ein Beispiel anzuführen, die Bedeutung des Brotes für die großstädtischen Arbeiter und Bevölkerung; es ist alles andere mehr denn ein physiologisches Problem. Die im Laboratorium ausgearbeiteten und durch die Erfahrung der Praxis erhärteten Grundlagen der Lehre von der Ernährung haben die Prüfung auf ihre Richtigkeit in dieser Kriegszeit bestanden; die Fragen, worüber die Meinungen noch geteilt sind, gehören nicht dem eigentlichen Arbeitsgebiet des Physiologen an.

Möge das Büchlein weite Verbreitung finden und auch für die Zukunft Segen stiften, indem es Klarheit und Ordnung in das vielen noch so dunkle Gebiet des Stoffwechsels und der Ernährung bringt.

K. Thomas, Berlin.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten (*G. Klebs, Jahrb. f. wiss. Bot.* 56, 1915). Während es schon in vielen Fällen gelungen ist, die in der freien Natur periodisch verlaufenden Entwicklungsprozesse niederer Pflanzen (Algen und Pilze) auf einen entsprechenden Wechsel der Außenfaktoren zurückzuführen und diese Vorgänge durch bestimmte Kulturbedingungen nach beliebigen Richtungen zu lenken, besteht hinsichtlich der Periodizität höherer Pflanzen noch keine Klarheit. Vor allem gilt dies von dem Laubfall der Bäume. Gestützt auf die Angaben von *Treub* und anderen Forschern, wonach in den Tropen

zahlreiche Baumarten periodisches Wachstum zeigen, obwohl die Vegetationsverhältnisse anscheinend durchaus gleichmäßig sind, hat man die Ansicht vertreten, daß die Periodizität auf einem im Wesen der Pflanze begründeten, erblich gefestigten inneren Rhythmus beruht. *Klebs* ist dieser Auffassung schon in früheren Arbeiten entgegengetreten, und er bringt für seinen Standpunkt, der in neuerer Zeit von den verschiedensten Seiten angefochten worden ist, in seiner Veröffentlichung neues Tatsachenmaterial. Es handelte sich vor allem darum, das periodische Verhalten tropischer Arten beim willkürlichen Wechsel verschiedener Außenfaktoren näher zu verfolgen und festzustellen, ob es möglich ist, durch geeignete Versuchsanstellung die Periodizität überhaupt auszuschalten. Die Experimente wurden mit Arten aus den Gattungen *Terminalia*, *Theobroma*, *Albizia*, *Sterculia* und *Pithecolobium* angestellt, und zwar an jungen Pflanzen. Tatsächlich ergab sich, daß diese das Vermögen zu einem unbegrenzten Wachstum besitzen. Dieses Verhalten tritt dann ein, wenn alle maßgebenden Faktoren in zureichender Stärke wirken; dagegen tritt die Pflanze in den Ruhezustand, sobald ein oder mehrere Faktoren auf das Minimum herabsinken. Dies gilt für Temperatur, Luftfeuchtigkeit und — worauf hauptsächlich die neuere Arbeit hinzielt — auch für Licht und Nährsalze. Werden die übrigen Bedingungen dauernd günstig gehalten, dann äußert sich der im Winter bei unserem Klima herrschende Lichtmangel bei den einzelnen Tropenpflanzen verschieden. Die einen bilden auch im Winter Blätter, allerdings mit vermindertem Wachstum (*Terminalia*), die anderen setzen zwar Blätter an, die aber nicht zur normalen Entfaltung gelangen (*Theobroma*); wieder andere bleiben überhaupt blattlos (*Eriodendron*). Die wachstumshemmende Wirkung der Lichtverminderung ist wahrscheinlich nicht spezifisch durch das Licht bedingt, sondern sie ist wohl als Folge des Stillstandes der Kohlenstoffassimilation anzusehen. Das Verhalten derselben Lichtmenge gegenüber ist nun bei den untersuchten Pflanzen nicht dasselbe, wenn der Nährstoffgehalt verschieden ist. Befindet sich die Pflanze in einem Topf mit begrenzter Erdmenge, dann kann sie in den Ruhezustand eintreten, während sie sonst dauernd wächst. Diese Ruheperiode kann, wenn die Nährsalzmenge unter einen gewissen Betrag sinkt, selbst durch reichliche Darbietung von Licht nicht unterdrückt werden. Interessant ist in dieser Beziehung ein über 4 Jahre ausgedehnter Versuch mit einer Topfpflanze von *Sterculia*, die infolge des sich verstärkenden Nährstoffmangels ihre Ruhezeiten von Jahr zu Jahr verlängerte. Aus den angeführten Daten ergibt sich, daß in der Tat von *Klebs* ein enger Zusammenhang von Periodizität und Außenfaktoren ermittelt werden konnte. Die Versuche fanden freilich nicht in der Heimat der herangezogenen Pflanzenarten statt. Welche speziellen Umstände es sind, die dort die Erscheinung der Periodizität auslösen, das müßte erst durch Studien in den Tropen selbst dargestellt werden. *Klebs* vermutet, daß vielleicht das Mißverhältnis zwischen Kohlenstoffassimilation und Nährstoffzufuhr den Eintritt der Ruhe bedingt, ähnlich wie er es früher für die einheimische Buche wahrscheinlich gemacht hat. Ob es allerdings gelingen wird, das gesamte Problem der Ruheperiode — wie *Klebs* gern möchte — restlos auf den Einfluß des Milieus zurückzuführen und jede innere Prädisposition und erbliche Fixierung auszuschalten, das ist eine Frage, die offen bleibt und noch lange dem Streit der Meinungen ausgesetzt sein wird.

P. St.

Die nächtliche Abkühlung der unteren Luftschichten und der Erdoberfläche in Abhängigkeit vom Wasserdampfgehalt der Atmosphäre¹⁾ von Dr. A. Defant. Eine eingehende Untersuchung der Temperaturabnahme der Luft nach Sonnenuntergang an weiteren, nahezu windstillen Tagen in Kremsmünster und in Tiflis zeigte einen wesentlichen Einfluß des Wasserdampfgehaltes der Luft auf die nächtliche Abkühlung der unteren Luftschichten. Diese ist um so größer, je geringer der Wasserdampfgehalt der Luft, andererseits auch um so größer, je höher die Temperatur bei Sonnenuntergang steht. Diese Abhängigkeit von Anfangstemperatur und Wasserdampf läßt sich stets darstellen durch eine Beziehung der Form $\Delta T = \alpha(T_a - \Theta)$. Hierbei ist ΔT die Temperaturabnahme nach Sonnenuntergang und T_a die Anfangstemperatur. Die Größe α ergab sich in allen Jahreszeiten als nahezu unabhängig vom Dampfdruck und von der Größenordnung $3 \cdot 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$, während Θ eine ausgesprochene Abhängigkeit vom Wasserdampfgehalt der Luft aufweist.

Diese aus den Beobachtungen abgeleiteten Tatsachen sprechen nicht dafür, daß die nächtliche Abkühlung der unteren Luftschichten in erster Linie ein reiner Strahlungsprozeß ist; sonst müßte sich die Größe α , die in inniger Beziehung zu jener Größe steht, die *Maurer, Trabert* u. a. als den „Strahlungskoeffizienten der atmosphärischen Luft“ bezeichnet haben, vom Wasserdampfgehalte der Luft als abhängig ergeben, und die nächtliche Abkühlung der Luft müßte um so größer sein, je größer ihr Gehalt an Wasserdampf. Die Beobachtungen ergaben aber gerade das Gegenteil. Die Abhängigkeit der Größe Θ vom Wasserdampfgehalte der Atmosphäre deutet auf einen größeren Einfluß der Gegenstrahlung der Atmosphäre auf die nächtliche Abkühlung von Boden und unteren Luftschichten. Im Sinne *F. M. Ewners* ist dann Θ die Temperatur der Erdoberfläche im Augenblicke von Temperaturgleichgewicht, das in erster Linie vom Wasserdampfgehalte der Atmosphäre abhängt. Die Beobachtungen über die Bodentemperaturen in Tiflis gestatteten, dieser Frage näherzutreten und nachzuweisen, daß tatsächlich Θ mit der Gleichgewichtstemperatur der Erdoberfläche völlig übereinstimmt, und daß die bei verschiedenem Wasserdampfgehalt der Atmosphäre verschieden große Abkühlung der Erdoberfläche die Ursache der mit dem Wasserdampfgehalt der Luft veränderlichen nächtlichen Abkühlung der unteren Luftschichten ist. Die Abhängigkeit der nächtlichen Temperaturabnahme des Bodens bei verschiedenem Wasserdampfgehalt konnte außerdem dazu benutzt werden, um die Abhängigkeit der Gegenstrahlung der Atmosphäre von ihrem Wasserdampfgehalt zu berechnen. Die gefundene Abhängigkeit steht in sehr befriedigender Übereinstimmung einerseits mit den Ergebnissen der Messungen der Gegenstrahlung von *A. Angström*, andererseits mit der Theorie *R. Emdens*.

Eine ähnliche Untersuchung der Abhängigkeit der nächtlichen Abkühlung der Luft auf dem Hohen Sonnblick (3105 m) vom Dampfdruck ergab im Gegensatz zu den Ergebnissen der Niederung, daß die Abkühlung in der Höhe um so größer ist, je größer der Wasserdampfgehalt der Luft. Diese Tatsache läßt den Schluß zu, daß in der Höhe, in größerer Entfernung von der Erdoberfläche, die nächtliche Abkühlung der Luft höchstwahrscheinlich durch einen reinen Strahlungs-

prozeß im Sinne *Emdens* zu erklären ist. Die Beträge der Abkühlung stehen durchaus im Einklang mit jenen, die für diese Höhe aus der Emdenschen Theorie der atmosphärischen Strahlung folgen. Autoreferat.

Es war *R. W. Wood* gelungen, einen Quecksilberdampfstrahl zu erzeugen, in welchem sich die Moleküle praktisch nur in einer Richtung bewegten, und damit die **Reflexion der Gasmoleküle** zu studieren (s. *Naturw.* 12. November 1915). Er hat jetzt die Versuche fortgesetzt, und zwar mit Cadmiumdampf, damit der Beschlag, der sich durch die Reflexion an der auf die Temperatur der flüssigen Luft abgekühlten Gefäßwand gebildet hatte, auch bei Zimmertemperatur erhalten blieb. Er maß nun daran photometrisch die Durchlässigkeit für rotes Licht und fand das Cosinussgesetz für die Reflexion der Moleküle innerhalb der Versuchsfehler bestätigt. Dabei ergab sich folgende interessante Tatsache: Ist ein Glasrohr mit verdünntem Metaldampf von Zimmertemperatur gefüllt, so erfolgt keine Kondensation derselben in zusammenhängender Schicht, sondern es bilden sich nur vereinzelte Anhäufungen von Kristallen. Kühlt man eine Stelle der Wand durch flüssige Luft ab, so erfolgt sofort Kondensation, die auch nach Wegnahme der flüssigen Luft weiter vor sich geht. An einer Metallfläche wird also der Dampf auch bei Zimmertemperatur kondensiert. Er stellte fest, daß es eine gewisse kritische Temperatur gibt, auf welche eine Glaswand abgekühlt werden muß, damit Kondensation in zusammenhängender Schicht eintritt. Diese kritische Temperatur liegt verhältnismäßig tief, und zwar (ungefähr) für Quecksilber bei -140° , für Cadmium bei -90° und für Jod bei -60° . Diese Ergebnisse sollen durch weitere Versuche mit besseren Apparaten näher aufgeklärt werden. B.

Die Längenänderung von Invar. Bekanntlich ändern Invarstäbe ihre Länge im Laufe der Zeit, und zwar um etwa 38 Mikron/m im Verlaufe von 12,4 Jahren. Man kann diesen Prozeß beschleunigen, wenn man die Stäbe erhitzt und allmählich abkühlt. So fand *Guillaume* bei einem Stabe, der auf 150° erhitzt und dann langsam in vier Monaten abgekühlt war, eine Längenänderung von 47 Mikron/m, welche im Verlaufe von 4,6 Jahren, während welcher die Probe auf Zimmertemperatur gehalten worden war, noch weiter auf 53 Mikron/m anwuchs. Die größte von *Guillaume* jemals beobachtete dauernde Längenänderung beträgt 66 Mikron/m. *A. W. Gray, D. H. Sweet* und *L. W. Schad* (*Phys. Rev.* 7, S. 684, 1916) fanden nun, daß, wenn man einen Invarstab einer kombinierten thermischen und magnetischen Behandlung unterwirft, man recht beträchtliche dauernde Längenänderungen erhält, welche bis zu 55 Mikron/m betragen. Es scheint demnach, als wenn man durch diese Behandlung den künstlichen Alterungsprozeß beträchtlich abkürzen kann. B.

Die durch α -Strahlen erzeugte Sekundärstrahlung. α -Strahlen erzeugen an Metallen nicht nur sekundäre β -Strahlen von sehr geringer Geschwindigkeit (δ -Strahlen), sondern daneben auch solche von höherer Geschwindigkeit, bis $2,7 \cdot 10^9 \text{ cm/sec}$. Aus den Versuchen folgt, daß ein großer Teil der δ -Strahlen nicht direkt durch die α -Strahlen, sondern durch die Zwischenwirkung der schnelleren sekundären β -Strahlen erregt wird. Verschiedene Anzeichen deuten darauf hin, daß die Emission der δ -Strahlen als eine Ionisierung des Metalls bzw. einer an einer Oberfläche adsorbierten

¹⁾ Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 125, Heft 10, 1916.

Gasschicht betrachtet werden kann. Die schnellen sekundären β -Strahlen werden nun vermutlich auch bei der Ionisation der Gase auftreten und hier weitere Ionisation veranlassen. Es müßte dann die eng zusammengedrückte α -Strahlen-Bahn beträchtlich größer sein, als wenn alle Ionen direkt von den Teilchen selbst gebildet werden würden. In letzterem Falle dürfte sie nur von der Größenordnung der freien Weglänge der Ionen sein (etwa 10^{-5} cm in Luft von Atmosphärendruck). Bei der Mitwirkung der schnellen Sekundärstrahlen wären dagegen Radien von etwa 10^{-3} cm für die fadenförmige Bahn zu erwarten, was einen großen Unterschied in dem Betrage der anfänglichen Wiedervereinigung bewirken würde. Derartige große Durchmesser für die Bahn der von den α -Strahlen erzeugten und in einer Reihe angeordneten Ionen sind schon von verschiedenen Forschern beobachtet, aber in anderer Weise gedeutet worden. Diese Frage ist nun von H. A. Bumstead (*Phys. Rev.* 8, S. 715, 1916) durch die Wilsonsche Methode der Photographie der Bahn der α -Strahlen in übersättigten verdünnten Gasen (Luft und Wasserstoff) in bejahendem Sinne entschieden worden. Die erhaltenen Photographien zeigen sehr deutlich Bahnen, welche von der Hauptbahn abzweigen und welche vollständig den von Wilson beobachteten Enden der β -Strahlen-Bahnen ähneln. Sie rühren zweifelsohne von der Ionisation des Gases durch die schnellen δ -Strahlen her, deren Existenz damit auch in Gasen bewiesen ist.

B.

Hautschädigungen durch Kalkstickstoff. Unter diesem Titel veröffentlicht der bayerische Landesgewerbearzt Medizinalrat Dr. Koelsch im *Zentralblatt für Gewerbehygiene* (Bd. IV, S. 103—106) einige Mitteilungen, die angesichts der stets zunehmenden Verwendung des Kalkstickstoffs als Düngemittel besondere Beachtung verdienen. Das in den Handel kommende Kalkstickstoffpulver enthält 40—42 % Calcium. In diesem hohen Calciumgehalt liegt der Grund für die jedem Landwirt bekannte Tatsache, daß man niemals Kalkstickstoff auf wachsende Pflanzen streuen und ebenso wenig in frisch mit Kalkstickstoff gedüngten Boden säen darf. In beiden Fällen würden schwere Wachstumschädigungen die Folge sein. Seine Nutzwirkung als Düngemittel entfaltet der Kalkstickstoff erst, wenn er einige Zeit im Boden gelegen hat. Er muß erst durch die Kohlensäure des Bodens und andere Bodensäuren — auch die Bodenfeuchtigkeit, die Bodenbakterien und bestimmte Bodenbestandteile, die sogenannten Zeolithen, wirken dabei mit — in kohlensauren Kalk und Zyanamid gespalten werden. Der Kalk wird zum Teil von den Zeolithen absorbiert, während das freie Zyanamid durch Aufnahme von Wasserstoff und Sauerstoff zu Harnstoff wird, der sich seinerseits — genau wie der Harnstoff der Stalljauche — in Ammoniak bzw. kohlensaures Ammoniak und Salpetersäure verwandelt. Erst diese Stoffe können von den Pflanzen aufgenommen werden. Wie schnell die skizzierte Umsetzung vor sich geht, hängt hauptsächlich von der Bodenart ab. In guten Böden kann sie in wenigen Tagen vollzogen sein, in schlechten braucht sie bis zu drei Wochen. Erst nach dieser Zeit darf also die Saat — will man Schädigungen vermeiden — in den Boden kommen. Schwieriger als bei den Pflanzen liegt die Sache bei den Menschen, die mit dem feinpulverigen, also leicht verstäubbaren Kalkstickstoff in Be-

rührung kommen, denn auch sie sind Schädigungen ausgesetzt. In besonders hohem Maße ist diese Möglichkeit in den Stickstoffabriken gegeben. Hier hat man die Ätzwirkung schon früh festgestellt und genau studiert. Überall, wo der feine Staub an der Körperoberfläche haften bleibt — gefährdet sind vor allem die Hautfalten sowie die durch Schweißabsonderung feucht gewordenen Körperstellen und die oberflächlichen Schleimhäute, die Übergangsstellen der Haut in die Schleimhaut (Nasenlöcher und Mundwinkel) —, tritt infolge der Ätzwirkung des Kalkes eine Lockerung und Abstoßung der Außenhaut ein. Ist sie einmal entfernt, so schreitet die Kalkeinwirkung auf der freigelegten Unterhaut weiter fort und ruft hier zahlreiche, zunächst einzeln stehende Geschwüre hervor, die später ineinander übergehen und dann schmierig belegte, nässende Wundflächen bilden. An den Schleimhäuten gehen mit der Bildung der Geschwüre vielfach Entzündungserscheinungen, chronische Bindehautkatarrhe, hartnäckige Nasen-, Rachen- und Bronchialkatarrhe Hand in Hand. Derartigen Entzündungen sind insbesondere die Kalkstickstoffarbeiter stark ausgesetzt, da sie den Staub beim Mahlen, Absacken und Befördern des Materials immerfort einatmen. Bei den landwirtschaftlichen Verbrauchern treten vorzugsweise Verätzungen der Füße und Hände ein. Koelsch teilt in seiner Arbeit fünf derartige, in Bayern vorgekommene Fälle mit, die sich sämtlich in ihren Folgen sehr langwierig gestaltet haben. Begünstigt wurde in diesen Fällen die Einwirkung des ätzenden Staubes dadurch, daß die betroffenen Teile feucht waren (Regen, Morgentau, Schweiß), sowie durch die Unachtsamkeit oder Gleichgültigkeit der Betroffenen, die fast alle noch stundenlang weitergearbeitet haben, als sie die Ätzwirkung des Staubes schon längst spüren mußten. Mit diesem Umstand wird in ähnlichen Fällen immer zu rechnen sein.

Zu beachten ist schließlich noch, daß der Kalkstickstoff auch Augenverletzungen hervorrufen kann, eine Gefahr, die allerdings auch bei allen anderen Kunstdüngern besteht. Das Reiben der Augen mit bestäubten Fingern ist deshalb unbedingt zu unterlassen. Was sich sonst für die landwirtschaftlichen Verbraucher an Vorbeugungsmaßregeln empfiehlt, hat die „Deutsche Verkaufsvereinigung für Stickstoffdünger“ in einem unentgeltlich zu beziehenden Merkblatt übersichtlich zusammengestellt.

F. R.

Zu der Mitteilung über Erzeugung von Alkohohl aus Carbid (Heft 27, S. 464) ist zu erwähnen, daß ein in Bayern gelegenes Werk bereits seit mehr als einem halben Jahre Aldehyd, Essigsäure und andere wichtige organische Produkte in großem Umfange aus Carbid erzeugt, und zwar nach dem Verfahren des Konsortiums für elektrochemische Industrie in Nürnberg, dessen Schweizer Patente das Elektrizitätswerk Lonza verwertet. Nach ähnlichem Verfahren wird auch von anderer Seite in Deutschland Carbid verarbeitet. Die Darstellung von Genußessigsäure und Alkohol aus Carbid, und somit aus Koks, bedeutet die erste industriell ausgeführte Fundamentalsynthese von Genußmitteln. Es ist möglich, daß der neue Weg, den die chemische Technik gefunden hat, auch zur künstlichen Darstellung anderer Genußmittel, vielleicht auch einmal von Nahrungsmitteln, führen wird. Darin liegt die Bedeutung, die diese Verfahren für die Allgemeinheit besitzen.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 34.

24. August 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Ergebnisse der neueren Forschung über Atom- und Molekularwärmen. Von *Privatdozent Dr. Erwin Schrödinger, Wien.* S. 537.

Ueber Spezialisierung und spezialisierte Formen im Bereich der Pilze. Von *Prof. Dr. H. Klebahn, Hamburg.* S. 543.

Zoologische Mitteilungen:

Ueber das Prinzip der kürzesten Bahn in der Lehre von der Handlung. Schildkröten im Gebiete von Rovigno. Ueber die Herkunft der Knochenfische (Teleostier). Wie entstehen die Gamskugeln? Ueber das Knacken bei einigen Paarhufern, besonders beim Rentier. S. 550—552.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Arzneipflanzen-Merkblätter des K. Gesundheitsamts

bearbeitet in Gemeinschaft mit
der Deutschen Pharmazeutischen



dem Arzneipflanzen-Ausschuß
Gesellschaft Berlin-Dahlem.

1. Allgemeine Sammelregeln — 2. Bärentraubenblätter — 3. Herbstzeitlosensamen —
4. Bitterkleeblätter — 5. Arnikablüten — 6. Huflattichblätter — 7. Kamillen —
8. Löwenzahn — 9. Wildes Stiefmütterchen — 10. Kalmuswurzel — 11. Schafgarbe — 12. Ehrenpreis — 13. Stechapfelblätter — 14. Tausendgüldenkraut —
15. Quendel — 16. Hauhechelwurzel — 17. Wollblumen — 18. Rainfarn —
19. Eisenhut (Akonit) -Knollen — 20. Malvenblüten und -blätter — 21. Wermutkraut — 22. Tollkirschenblätter — 23. Fingerhutblätter — 24. Bilsenkrautblätter —
25. Wacholderbeeren — 26. Bibernellwurzel — 27. Schachtelhalm — 28. Isländisches Moos — 29. Steinklee Kraut — 30. Bärlappsporen — 31. Katzenpfötchenblüten —
32. Blätter und Blüten zur Teebereitung.

Preis jedes Merkblattes 10 Pf. (einschließlich Porto und Verpackung 15 Pf.); 20 Exempl. eines Merkblattes M. 1.20, 100 Exempl. eines Merkblattes M. 4.— (zuzügl. Porto).

Buchausgabe aller 32 Merkblätter

auf besserem Papier in festem Umschlag. **Preis M. 1.80.**

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Landolt-Börnstein

Physikalisch - chemische

Tabellen

Vierte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

unter Mitwirkung von

Th. Albrecht-Potsdam, K. Arndt-Berlin, K. Bädeker-Jena, O. Bauer-Berlin, W. Bein-Berlin, A. Blaschke-Berlin, H. Böttger-Berlin, W. Böttger-Leipzig, G. Bruni-Padua, A. Denizot-Lemberg, F. Dolezalek-Berlin, F. Eisenlohr-Greifswald, E. Gehrcke-Berlin, H. Greinacher-Zürich, E. Gumlich-Berlin, F. Henning-Berlin, W. Herz-Breslau, W. Heuse-Berlin, A. Heydweiller-Rostock, W. Hinrichsen-Berlin, L. Holborn-Berlin, E. Jänecke-Hannover, W. P. Jorissen-Leiden, G. Just-Berlin, J. Koppel-Berlin, R. Kremann-Graz, G. Leithäuser-Hannover, H. Lundén-Stockholm, A. Mahlke-Hamburg, F. F. Martens-Berlin, G. Meyer-Freiburg i. B., H. Philipp-Greifswald, J. D. van der Plaats-Utrecht, Th. Posner-Greifswald, E. Regener-Berlin, V. Rothmund-Prag, H. Rubens-Berlin, O. Sackur-Breslau, C. Sandonnini-Padua, K. Scheel-Berlin, A. Schmidt-Potsdam, O. Schönrock-Berlin, H. v. Steinwehr-Berlin, A. Stirm-Leipzig, K. Stöckl-Passau, H. Tertsch-Wien, S. Valentiner-Klausthal, H. v. Wartenberg-Berlin, F. Weigert-Berlin, H. F. Wiebe-Berlin

und mit Unterstützung der Königlich Preußischen Akademie

der Wissenschaften

herausgegeben von

Dr. Richard Börnstein

Professor der Physik an der Landwirtschaftlichen
Hochschule zu Berlin

Dr. Walther A. Roth

a. o. Professor der physikalischen Chemie an der
Universität zu Greifswald

Mit dem Bildnis H. Landolts

1330 Seiten. Lex.-8°. In Moleskin gebunden Preis M. 56.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

24. August 1917.

Heft 34.

Die Ergebnisse der neueren Forschung über Atom- und Molekularwärmen.

Von Privatdozent Dr. Erwin Schrödinger, Wien.

A. Grundbegriffe.

Die beiden grundlegenden Begriffe, mit denen die Wärmelehre operiert, sind die beiden Größen: *Temperatur* und *Wärmemenge*. Von der ersten dieser beiden Größen, der Temperatur, erwähnen wir nur, daß sie auch in der Physik in Celsiusgraden gemessen wird, aber als Nullpunkt gilt nicht der normale Schmelzpunkt des Eises, sondern ein um 273° tiefer gelegener Punkt, der sogenannte absolute Nullpunkt. Die gewöhnlichen Celsiusstemperaturen hat man also um diese Zahl zu vermehren, um absolute Temperaturen zu erhalten. — Die Einheit der *Wärmemenge* ist jene Wärmemenge, welche einem Gramm Wasser zugeführt werden muß, um seine Temperatur von $287,5$ abs. auf $288,5$ abs. zu erhöhen. Sie heißt „kleine Kalorie“, abgekürzt cal. Sie ist eigentlich überflüssig, weil wir heute durch die Arbeiten von Joule, J. R. Mayer, Helmholtz, Graf Rumford u. a. wissen, daß Wärme nach einem ganz bestimmten, völlig unveränderlichen Wechselkurs in mechanische Arbeit oder in andere Energieformen (Licht, elektrischer Strom) umgewandelt werden kann. Es wäre einfach und logisch, die Wärmemenge grundsätzlich durch den *äquivalenten Arbeitsbetrag* zu messen. Aus verschiedenen Gründen wird aber die oben definierte Einheit doch auch beibehalten. 1 cal. entspricht etwa 0,427 Meterkilogramm oder 4,2 Wattsekunden oder 42 000 000 Erg.

Wir verfügen über zwei prinzipiell verschiedene Methoden, um die Änderung im Wärmezustand eines Körpers messend zu verfolgen. Wir können erstens seine Temperatur und ihre Änderung messen, wir haben es aber zweitens auch in der Hand, ihm eine ganz bestimmte Wärmemenge zuzuführen, z. B. durch elektrische Heizung, wobei sich die aufgewendete und in Wärme übergegangene elektrische Energie aus den Werten der Spannung und Stromstärke genau feststellen läßt. Eine der Grundaufgaben der experimentellen und theoretischen Wärmeforschung ist begreiflicherweise die, die *Beziehung* zwischen diesen beiden Arten der Messung experimentell festzustellen und theoretisch zu deuten; und das für die verschiedensten Körper in allen Aggregatzuständen und bei allen zugänglichen Temperaturen. Daraus ergibt sich die Fragestellung: welche Wärmemenge (in cal.) muß ich z. B. diesem Stück Eisen bei der absoluten Temperatur $T^{\circ}\text{C}$ zuführen, um seine Temperatur

auf $T+1^{\circ}\text{C}$ zu erhöhen? Da diese Wärmemenge ceteris paribus dem Gewicht (richtiger der Masse) des betrachteten Stückes *proportional* sein wird, so erhält man eine für das betreffende Material charakteristische Größe erst, wenn man diese Wärmemenge noch durch die Masse dividiert, kurz gesagt, auf die Masse 1 g bezieht. Diese Größe heißt *spezifische Wärme* des betrachteten Materials bei der Temperatur T . Nach der obigen Definition der cal. ist die spezifische Wärme des Wassers bei 288° abs. (d. i. 15° Zimmertemperatur) gleich 1.

Die Beziehungen zwischen den spezifischen Wärmen verschiedener Stoffe, die wir im folgenden besprechen, werden etwas vereinfacht, wenn man die für 1° Temperaturerhöhung nötige Wärmezufuhr nicht, wie das eben geschehen, auf gleiche Massen (d. i. immer auf 1 g), sondern auf *solche Massen* verschiedener Stoffe bezieht, die *gleichviel Atome bzw. Moleküle enthalten*. Das ist ohne weiteres möglich, da die *relativen* Atom- bzw. Molekularmassen ja aus der Chemie als sogenannte Atom- bzw. Molekulargewichte mit großer Genauigkeit bekannt sind. Haben diese letzteren für zwei Stoffe die Werte A_1 bzw. A_2 , so werden *solche* Massen der beiden Stoffe, die gleichviel, etwa N Atome bzw. Moleküle enthalten, sich verhalten wie $NA_1 : NA_2$, das ist wie $A_1 : A_2$.

Man nennt bekanntlich die Menge „1 Gramm“ eines Elementes vom Atomgewicht A , bzw. einer Verbindung vom Molekulargewicht A ein Grammatom bzw. ein Grammmolekül (oder kurz Mol). Jedes Grammatom (-molekül) enthält nach dem eben Gesagten die gleiche Zahl N von Atomen (Molekülen), und zwar ist nach neueren Messungen $N = 6,5 \cdot 10^{23}$. Die auf ein Grammatom bzw. Grammmolekül jedes Stoffes bezogene spezifische Wärme nennen wir nun seine (spezifische) *Atom- bzw. Mol(ekular)wärme*. Offenbar wird sie aus der gewöhnlichen, auf 1 g bezogenen spezifischen Wärme durch Multiplikation mit dem Atom- bzw. Molekulargewicht erhalten.

Unsere Definition der spezifischen Wärme enthält jedoch noch eine Unklarheit, von der wir den für das Folgende fundamentalen Begriff der Atomwärme, den wir jetzt gewonnen haben, noch befreien müssen. Bekanntlich dehnen sich alle Körper bei der Erwärmung aus, wenn man den auf ihnen lastenden äußeren Druck unverändert läßt. Da man nun andererseits weiß, daß alle Körper sich *abkühlen*, wenn man sie ohne Wärmezufuhr auf mechanischem Wege ausdehnt, so folgt, daß im Falle der Erwärmung bei konstantem äußeren Druck, der ja der gewöhnliche ist, ein

Teil der zugeführten Wärme für die bloße Volumänderung verbraucht wird, und zwar zur Überwindung des äußeren Druckes und der inneren Kohäsionskräfte zwischen den Atomen, die beide der Volumvergrößerung entgegenwirken. Nur der Rest wirkt eigentlich temperaturerhöhend, stellt also die eigentliche wahre spezifische Wärme dar. Er würde in der Tat auch als spezifische Wärme zur Messung gelangen, wenn man durch genügende Erhöhung des äußeren Druckes das Volumen konstant hielte. Trotzdem eine derartige Anordnung der Messung meist unmöglich, immer sehr schwierig ist, bezeichnet man diese Differenz aus der gemessenen spezifischen Wärme und der „Volumänderungswärme“ als „spezifische Wärme bei konstantem Volumen“, und den gemessenen Wert im Gegensatz dazu als „spezifische Wärme bei konstantem Druck“. Die Differenz zwischen beiden ist bei festen Körpern und Flüssigkeiten, wo sie fast ausschließlich auf Rechnung der Arbeit gegen die inneren Kohäsionskräfte zu setzen ist, wegen der geringen Volumänderung nicht sehr groß, in der Atomwärme einige Zehntel cal. Bei Gasen ist das Umgekehrte der Fall, die inneren Kohäsionskräfte sind beinahe ganz zu vernachlässigen, dafür ist die äußere Arbeit wegen der großen Volumänderung bedeutend, daher auch die Differenz der beiden spezifischen Wärmen groß, in der Atom- und Molwärme angenähert 2 cal. In allen Fällen läßt sich die Volumänderungswärme theoretisch berechnen, wenn man die differentielle Zustandsgleichung kennt, das ist die Beziehung zwischen einer kleinen gleichzeitigen Änderung des Druckes, der Temperatur und des Volumens¹⁾. Die berechnete Korrektur ist von der bei konstantem Druck gemessenen spezifischen Wärme abzuziehen, um die wahre spezifische Wärme bei konstantem Volumen zu erhalten. Vom Standpunkte der Theorie ist, wie wir sehen werden, der letztere Begriff der weit einfachere, für den Versuch der theoretischen Deutung geeignetere. —

Wir haben in den vorstehenden Sätzen schon vorweggenommen, was wir jetzt doch noch ausdrücklich hinzufügen wollen, nämlich, daß sich die Begriffe „bei konstantem Druck“ und „bei konstantem Volumen“ natürlich unverändert von der gewöhnlichen spezifischen Wärme auf die Atom- bzw. Molwärme übertragen. Als Buchstabenbezeichnung wählt man dafür gewöhnlich die Zeichen C_p und C_v (während c_p und c_v die gewöhnlichen spezifischen Wärmen bedeuten).

B. Die Atomwärme fester Stoffe.

1. Das Gesetz von Dulong und Petit und der Boltzmannsche Gleichverteilungssatz.

Die nachstehende Tabelle gibt in der zweiten Spalte die gemessenen spezifischen Wärmen, in

¹⁾ Im wesentlichen heißt das, man muß den thermischen Ausdehnungskoeffizienten und die Kompressibilität kennen.

der dritten die Atomgewichte, in der letzten das Produkt aus beiden, also die *Atomwärme der Elemente bei Zimmertemperatur im festen Zustand*. Wir können das schon ziemlich lange be-

Tabelle 1.

Element	Spezifische Wärme c_p	Atomgewicht	Atomwärme C_p
Lithium	0,941	7,03	6,6
Beryllium	0,408	9,1	3,7
Bor	0,254	11	2,8
Kohlenstoff:			
amorph	0,174	12,00	2,1
kristallis. . . .	0,143	12,00	1,7
Natrium	0,293	23,05	6,7
Magnesium	0,250	24,36	6,1
Aluminium	0,214	27,1	5,8
Silicium	0,165	28,4	4,6
Phosphor	0,189	31,0	5,9
Schwefel	0,178	32,06	5,7
Kalium	0,166	39,15	6,5
Calcium	0,170	40,0	6,8
Scandium	0,153	44,1	6,7
Chrom	0,121	52,1	6,3
Mangan	0,122	55,0	6,7
Eisen	0,114	56,0	6,4
Kobalt	0,107	59,0	6,3
Nickel	0,108	58,7	6,4
Kupfer	0,095	63,6	6,0
Zink	0,094	65,4	6,1
Gallium	0,079	70	5,5
Germanium	0,077	72	5,6
Arsen	0,082	75	6,9
Selen	0,080	79	6,3
Brom	0,084	79,96	6,7
Zirkonium	0,066	90,7	6,0
Molybdän	0,072	96,0	6,9
Ruthenium	0,061	101,7	6,3
Rhodium	0,058	103,0	6,0
Palladium	0,059	106	6,3
Silber	0,057	107,93	6,1
Cadmium	0,054	112,4	6,0
Indium	0,057	114	6,5
Zinn	0,054	118,5	6,5
Antimon	0,051	120	6,1
Tellur	0,047	127	6,0
Jod	0,054	126,85	6,8
Lanthan	0,045	138,0	6,2
Cer	0,045	140	6,3
Wolfram	0,033	184	6,1
Osmium	0,031	191	5,9
Iridium	0,032	193,0	6,1
Platin	0,032	194,8	6,2
Gold	0,032	197,2	6,3
Quecksilber	0,032	200,3	6,4
Thallium	0,033	204,1	6,7
Blei	0,031	206,9	6,4
Wismuth	0,030	208,5	6,2
Thor	0,027	232,5	6,2
Uran	0,027	239,5	6,5

(Aus Hollemann, Lehrbuch der anorg. Chemie, 5. Aufl.)

kannte Dulong-Petitsche Gesetz ablesen, welches aussagt, daß *die Atomwärme der meisten festen Elemente nahe bei $6,4 \text{ cal}^\circ \text{C.}$ liegt.* Würde man, soweit es möglich ist, die Volumänderungswärme berechnen und von C_p in Abzug bringen, also C_v berechnen, so würde man finden, daß die Werte von C_v sich um die Zahl 6,0 in ähnlicher Weise gruppieren, wie die C_p um 6,4. Wie man sieht, wäre es besser, für diese Tatsache nicht das Wort „Gesetz“ zu wählen, da insbesondere einige Elemente mit kleinem Atomgewicht eine viel „zu kleine“ Atomwärme haben, und auch für die übrigen nicht genaue Gleichheit besteht. Immerhin ist eine gewisse Gesetzmäßigkeit nicht zu verkennen. Im Verhältnis zu den Zahlen der 2. und 3. Kolonne, die wie 1 : 30 variieren, sind die der vierten bemerkenswert konstant.

Da sich die Größen C_p und C_v auf gleiche Atomzahlen beziehen, so bedeutet diese angenäherte Konstanz, daß wir für eine bestimmte Temperaturerhöhung jedem Atom eines beliebigen Elements annähernd die gleiche Wärmemenge zuzuführen haben; und *die Konstanz von C_v im besondern würde bedeuten, daß man zur reinen Temperaturerhöhung (ohne Volumänderung) jedem Atom, gleichviel von welcher Substanz, immer die gleiche Wärmemenge zuführen muß.*

Dem Gesetz von Dulong und Petit schließt sich das von Neumann für feste Verbindungen an. Nach ihm kann man die Molwärmen fester Verbindungen aus Tabelle I durch Addition der Atomwärmen der Konstituenten berechnen, wobei die Atomwärme eines Stoffes, von dem 2, 3, . . . , n Atome im Molekül vorkommen, 2, 3, . . . , n -mal zu nehmen ist. Dieses Gesetz gilt ungefähr mit derselben Genauigkeit wie das früher genannte, eher noch besser, da Stoffe mit „abnorm“ niedriger Atomwärme diesen abnormen Wert meistens auch in der Verbindung zeigen. Atomistisch bedeutet das Gesetz von Neumann, daß der oben schräg gedruckte Satz auch noch für Verbindungen im festen Zustand gilt. —

Diese Tatsachen gewinnen nun eine besondere Bedeutung im Lichte der *kinetischen oder Bewegungstheorie* der Wärme, oder besser gesagt, der Materie überhaupt. Nach dieser Theorie stellen wir uns bekanntlich vor, daß die Atome jedes Körpers beständig in völlig unregelmäßiger Bewegung begriffen sind, welche nach Richtung und Größe sowohl örtlich, d. h. von Atom zu Atom, als auch zeitlich, und zwar in unvorstellbar kurzen Zeiträumen, völlig regellos wechselt, letzteres infolge der Kräfte, welche die Atome aufeinander ausüben, und welche selbst wieder von der augenblicklichen Lage der Atome gegeneinander abhängen. Die Intensität dieser Bewegung bestimmt den Wärmezustand des Körpers und muß in irgendeiner Beziehung zu der Temperatur stehen, aber auch zu der aufgenommenen Wärmemenge. Die Aufnahme von Wärme durch einen Körper haben wir uns so vorzustellen, daß die intensiver bewegten Atome eines wärmeren

Körpers (nämlich des Körpers, der die Wärme abgibt) an der Grenzfläche mit denen des kälteren zusammenstoßen und diese in heftigere Bewegung versetzen, wobei sie selbst Bewegungsenergie einbüßen. Die übergehende Wärme ist nichts anderes als *mechanische Energie der Atome*, die abgegeben bzw. aufgenommen wird, solange bis ein gewisses Gleichgewicht eingetreten ist, das wir *als Gleichheit der Temperaturen konstatieren.*

Wenn wir sagen, nach dieser Vorstellung ist Wärme nichts anderes als mechanische Energie der Atome, so bedeutet das nicht, daß der Wärmeinhalt eines Körpers ausschließlich in *Bewegungsenergie* der Atome besteht. Das letztere gilt allerdings annähernd bei den meisten Gasen, da wir uns vorstellen, daß ihre Moleküle sich, an keinen Ort des Raumes fest gebunden, in völlig unregelmäßigen, durch die gegenseitigen Stöße hervorgerufenen Zickzackkursen durcheinander bewegen und (außer bei den relativ sehr kurz dauernden Stößen) keine merklichen Kräfte aufeinander ausüben. Es hat sich im allgemeinen die Vorstellung bewährt, die Atome bzw. Atomaggregate (Moleküle) der Gase als *starre Körper* anzusehen. Für ein solches Gas ist dann in der Tat keine andere Form der Wärmeenergie als die der fortschreitenden und eventuell der drehenden Bewegung seiner Atome bzw. Moleküle denkbar. Anders werden die Dinge liegen, wenn wir uns vorstellen, daß z. B. die beiden Atome des Wasserstoffmoleküls im Wasserstoffgas unter dem Einfluß wechselseitiger Kräfte, welche ihre Distanz auf einem bestimmten Betrag zu erhalten suchen, *Schwingungen* ausführen können nach Art eines Pendels. Dann werden diese Schwingungen bei den Zusammenstößen mit anderen Molekülen sicherlich angeregt werden; und da sich das Atom bei der Schwingung zeitweise der Wechselwirkungskraft *entgegen* bewegt (wie die Pendelkugel *entgegen* der Schwere, wenn sie steigt), bis die Kraft seine Bewegung aufzehrt, einen Augenblick zum Stillstand und dann zur Umkehr bringt, so wird ein *Teil* der Schwingungsenergie (im Augenblick des Stillstandes die *ganze*) jeweils als potentielle Energie (Energie der Lage) der wirkenden Kraft aufgespeichert sein. Zur Erhöhung der Schwingungsenergie bei Temperatursteigerung wird man *mehr* Energie in Form von Wärme zuführen müssen, als der bloßen Erhöhung der mittleren *Bewegungsenergie* der Schwingung entsprechen würde.

In noch höherem Maße wird dies bei festen Körpern der Fall sein; denn hier müssen wir uns vorstellen, daß das ganze Atomgefüge durch gegenseitige Kräfte aufrechterhalten wird, derart, daß jedes einzelne Atom trotz der Wärmebewegung in einer kleinen Umgebung seines „mittleren“ Ortes festgehalten wird, also überhaupt nur Schwingungen um diesen Punkt ausführt, an welchem es bei Mangel jeder Wärmebewegung im Gleichgewicht ruhen würde. Auch

hier wird also jeweils eine gewisse Energiemenge in Form von Arbeit, welche bei Entfernung aus dieser Ruhelage entgegen den Kräften geleistet wurde, aufgespeichert sein¹⁾.

Wenn nun ein Körper eine bestimmte gleichmäßige Temperatur angenommen hat, so wird die Gesamtheit seiner Atome zusammen einen ganz bestimmten Betrag von Wärmeenergie, d. i. mechanischer Energie der beiden besprochenen Arten besitzen. Und wenn auch im einzelnen noch ein fortwährender Energieaustausch zwischen den Atomen einerseits, und andererseits auch zwischen potentieller und kinetischer Energie stattfindet, so wird doch im großen Durchschnitt auf jedes Atom ein ganz bestimmter Betrag an (kinetischer und potentieller) Energie entfallen, der für das Material und die betreffende Temperatur charakteristisch ist.

Kehren wir nun zu den oben besprochenen experimentellen Daten und den daraus gezogenen Folgerungen zurück. Sie würden — wenn wir für den Augenblick *strenge* Gültigkeit des Dulong-Petitschen und des Neumannschen Gesetzes voraussetzen — besagen, daß dieser Energiebetrag, der bei einer bestimmten Temperatur auf das Atom eines bestimmten Elementes durchschnittlich entfällt, *bei Erhöhung der Temperatur um 1° C. für alle Atome in beliebigen festen Elementen und festen Verbindungen um den gleichen Betrag wächst.*

Unwillkürlich drängt diese Erkenntnis zu einer hypothetischen Verallgemeinerung. Wir werden vermuten, daß nicht nur die Änderung der Atomenergie, die mit bestimmter Temperaturänderung verbunden ist, in allen Festkörpern und für alle Atome dieselbe ist, sondern daß die Atomenergie selbst dieselbe ist für alle Atome bei einer bestimmten Temperatur, daß sie, wie wir sagen, eine *universelle Funktion der Temperatur* ist. Für den früher betrachteten Vorgang des Wärmeausgleichs zwischen zwei verschieden temperierten Körpern würde sich dann das einfache Resultat ergeben, daß nach Herstellung des „Wärmegleichgewichtes“, also bei Gleichheit der Temperaturen, *die gesamte Wärmeenergie nach dem Verhältnis der Atomzahlen auf die beiden Körper verteilt ist.*

Es entsteht nun natürlich die Frage nach einer *theoretischen Begründung* dieses einfachen Ergebnisses, welches wir durch eine leichte Verallgemeinerung *empirischer Daten* erhalten haben. Sie wird geliefert durch ein sehr allgemeines, von Gibbs und Boltzmann aufgestelltes Theorem, das folgendermaßen lautet:

Die gesamte Bewegungsenergie zweier belie-

biger in Wechselwirkung stehender mechanischer Systeme verteilt sich auf dieselben im Mittel nach der Zahl ihrer Freiheitsgrade.

Unter einem *Freiheitsgrad* eines mechanischen Systems hat man dabei eine der Größen zu verstehen, deren Angabe zur genauen Bestimmung seiner Konfiguration notwendig ist. Ihre *Zahl* ist für jedes mechanische System genau bestimmt, z. B. gleich 3 für einen Massenpunkt (die 3 kartesischen Koordinaten), gleich 6 für einen starren Körper, da hier zu den Koordinaten des Schwerpunktes noch drei Winkel angegeben werden müssen, welche die *Orientierung* des Körpers im Raume bestimmen, usw. Ein System von n Massenpunkten oder n starren Körpern hat natürlich $3n$ bzw. $6n$ Freiheitsgrade.

Wenn wir nun, was naheliegend ist, jedem Atom die gleiche Zahl von Freiheitsgraden zuschreiben, sie etwa alle als Massenpunkte oder alle als starre Körper auffassen, so folgt aus dem Boltzmannschen Theorem unmittelbar erst die Gleichverteilung der *Bewegungsenergie* auf alle Atome. Wir haben aber gesehen, daß der Wärmeinhalt der Festkörper zum Teil aus potentieller Energie bestehen muß. Welcher Bruchteil durchschnittlich auf die letztere entfällt, ist nicht durch ein ähnlich allgemeines Theorem angebar, sondern hängt von der Natur der zwischen den Atomen wirkenden Kräfte ab. Unter allen hier denkbaren Fällen zeichnet sich nun einer durch besondere Einfachheit aus, nämlich der, daß die Kräfte den Entfernungsänderungen *proportional* sind. Wir haben Grund anzunehmen, daß dies für die Atomkräfte in der Tat zutrifft¹⁾. In diesem Falle ist die potentielle Energie durchschnittlich *gleich* der kinetischen, und der Boltzmannsche Satz liefert eine vollständige Erklärung der aus den Atomwärmegesetzen gezogenen Folgerungen.

Unter diesen Annahmen leistet aber das Theorem noch mehr, es gestattet sogar, mit Benutzung der einfachsten Resultate der kinetischen Gastheorie, den *Zahlenwert* der Atomwärme zu erklären. Nach der Gastheorie ist der Druck eines Gases p , durch die Zahl seiner Moleküle pro cm^3 n , die Masse m eines Moleküls und den Mittelwert aus den Quadraten ihrer Geschwindigkeiten, den wir v^2 nennen wollen, bestimmt. Und zwar ist

$$p = \frac{n m v^2}{3} \dots \dots \dots (1)$$

Setzen wir nun für n den Quotienten aus der oben genannten Zahl N (Zahl der Moleküle im Mol) und dem Molekularvolumen V (Volumen eines Mols), so ergibt sich leicht

$$p V = \frac{2 N m v^2}{3 \cdot 2} \dots \dots \dots (2)$$

Nun ist der zweite Faktor rechts nichts anderes als die mittlere Energie der fortschreiten-

¹⁾ Diese potentielle Energie der Wärmebewegung darf nicht verwechselt werden mit der Arbeit, welche bei der thermischen Ausdehnung zur dauernden Volumvergrößerung, d. i. Vergrößerung der durchschnittlichen Atomabstände, aufgewendet werden muß, und die wir oben Volumänderungsarbeit nannten. Die Verwechslung liegt nahe, weil es sich in der Tat um Arbeit gegen *dieselben* Kräfte handelt.

¹⁾ Wegen des sog. Hookeschen Gesetzes der Elastizitätstheorie, wonach die elastischen Deformationen den wirkenden Kräften proportional sind.

den Bewegung jedes Moleküls, also die mittlere kinetische Energie von drei Freiheitsgraden. Diese ist nach dem Boltzmannschen Theorem eine universelle Funktion der Temperatur, sagen wir $f(T)$ pro Freiheitsgrad. Dann ist also $\frac{m \bar{v}^2}{2} = 3 f(T)$ und statt (2) haben wir

$$pV = 2 N f(T). \quad (3)$$

Diese Gleichung kann aber nichts anderes sein als die allgemeine Zustandsgleichung für ein Mol Gas, die wir in der Form:

$$pV = R T. \quad (3a)$$

kennen, wo T die absolute Temperatur, R die allgemeine Gaskonstante, die im Wärmemaß bekanntlich sehr nahe $2 \text{ cal}^\circ \text{C}$ beträgt. Aus (3) und (3a) folgt aber:

$$f(T) = \frac{1}{2} \frac{R}{N} T. \quad (4)$$

In Worten: *Die kinetische Energie pro Freiheitsgrad muß bei der Temperatur T gleich sein dem halben Produkt dieser Temperatur mit dem Quotienten aus der Gaskonstante, dividiert durch die Zahl der Moleküle im Mol.*

Nach dem früher Gesagten wird die Gesamtenergie pro Freiheitsgrad im festen Körper doppelt so groß sein, $= \frac{R}{N} T$. Schreiben wir jedem Atom n Freiheitsgrade zu, so haben die N Atome eines Grammatomes $n N$ Freiheitsgrade, also den Wärmehalt $n R T$. Zur Erwärmung um 1°C (ohne Volumvergrößerung!) wird also die Atomwärme:

$C_v = n R = n \times 2 \text{ cal}^\circ \text{C}$. . . (4a)
notwendig sein. Da die Erfahrung in den meisten Fällen nahezu $C_v = 6$ liefert, erhalten wir gute Übereinstimmung, wenn wir $n = 3$ setzen, die Atome also als Massenpunkte mit nur 3 Freiheitsgraden auffassen.

2. Der Einsteinsche Gedanke.

Wenn wir so durch die Boltzmann-Gibbssche Theorie unter einfachen Annahmen verhältnismäßig leicht zu einer vollständigen Erklärung des thermischen Verhaltens der Festkörper in seinen Grundzügen, d. i. der Gesetze von *Dulong-Petit* und *Neumann*, gelangt sind, so müssen wir uns jetzt erinnern, daß diese beiden Gesetze keineswegs genau zutreffen. C_v ist für einige Körper mit kleinem Atomgewicht viel zu klein (besonders Kohlenstoff!) und auch für die übrigen nicht genau gleich, wie es die Theorie verlangt. Ferner zeigt sich eine Veränderlichkeit von C_v mit der Temperatur, was ebenfalls der Theorie widerspricht. Wir können vorausgreifend bemerken, daß bei sehr tiefer Temperatur sogar *alle* bisher untersuchten Körper sich so verhalten, wie der Kohlenstoff, d. h. ein viel zu kleines C_v zeigen.

Jedem weiteren Versuch, die Theorie genauer an die Tatsachen anzupassen, welche sie doch im großen und ganzen, in groben Umrissen, gut wiedergab, türmten sich jedoch schier unüberwindliche Hindernisse entgegen. Die Theorie

kennt nur „ganze“ Freiheitsgrade und daher (nach Gl. 4a) nur ein Fortschreiten der Atomwärme *nach ganzen Vielfachen von $R = 2 \text{ cal}^\circ \text{C}$* . Dies ist freilich mitbedingt durch unsere Annahme der Gleichheit von potentieller und kinetischer Energie. Aber abgesehen davon, daß diese Annahme durch das Hookesche Gesetz nahegelegt wird und für die meisten Körper bei Zimmertemperatur auch das richtige thermische Verhalten liefert, so würde auch ein Abgehen davon beim Kohlenstoff nichts nützen. Um den abnorm niedrigen Wert zu erklären, müßte man dem C-Atom *weniger als 3 Freiheitsgrade* zuschreiben, was doch äußerst unwahrscheinlich und kaum vorstellbar ist.

Zu diesen Schwierigkeiten gesellen sich aber noch andere. Ein Ding, das ein so kompliziertes Spektrum liefert, wie z. B. das Hg-Atom im Gaszustand, kann unmöglich als Bestandteil des festen Quecksilbers nur die 3 Freiheitsgrade eines Massenpunktes haben. Und doch nehmen augenscheinlich nur drei merklich an der Wärmebewegung teil. — Nur beiläufig erwähnt seien ferner die freien Leitungselektronen in Metallen, deren Zahl nach den meisten Theorien *nicht* klein ist gegen die Zahl der Atome. Auch sie tragen augenscheinlich nur unbedeutend zur Atomwärme bei, obwohl jedes davon sicherlich 3 Freiheitsgrade besitzt.

Die Theorie der Atomwärmen war damit auf einem toten Punkt angelangt, wenn es nicht gelang, einen plausiblen Grund dafür zu finden, daß in manchen Fällen die Freiheitsgrade der Festkörper nicht den vollen nach dem Boltzmannschen Gleichverteilungssatz zu erwartenden Energiebetrag aufnehmen, ja in einzelnen Fällen, wie z. B. bei den „optischen Freiheitsgraden“ des Quecksilberatoms, nur einen unmerklichen Bruchteil des Gleichgewichtswertes. *Albert Einstein* war es, der durch einen einzigen glücklichen Gedanken alle diese Schwierigkeiten *prinzipiell* mit einem Schlag behob, und zwar durch Ausdehnung der von *Planck* in die Strahlungstheorie eingeführten Quantentheorie auf die Wärmeschwingungen der Festkörper. Zum Verständnis dieses Schrittes ist es unerlässlich, die in der Theorie der Wärmestrahlung vorliegenden Verhältnisse kurz zu skizzieren.

Der Raum, der uns umgibt, ist, wenn wir auch von allen spezifischen, meist durch ihre hohe Temperatur ausgezeichneten Licht- und Wärmestrahlungsquellen absehen (wie Sonne, Glühstrumpf, Flamme, Ofen), an jedem Punkt von einer nach allen möglichen Richtungen sich durchkreuzenden, im einzelnen völlig regellosen elektromagnetischen (Licht-, Wärme-) Strahlung aller möglichen Wellenlängen durchzogen, welche von allen umgebenden Körpern herrührt und eine ganz bestimmte Intensität und spektrale Intensitätsverteilung aufweist. Erfahrung und Theorie ergeben übereinstimmend, daß diese Intensitätsverteilung unter gewissen Bedingungen von

den besonderen Umständen im weitestgehenden Maß unabhängig und lediglich eine Funktion der Temperatur ist. Und zwar gilt dies für jeden nach außen hin — sei es durch vollkommen spiegelnde, sei es durch genügend dicke Wände — vollkommen abgeschlossenen Hohlraum, der absorbierende und emittierende Substanz enthält, sobald alle beteiligten Körper die gleiche Temperatur T angenommen haben; man nennt solche Strahlung *Hohlraumstrahlung* oder auch „schwarze Strahlung“ von der Temperatur T , letzteres deshalb, weil sich zeigen läßt, daß auch die von einem „vollkommen schwarzen“ Körper bei der Temperatur T ausgesendete Strahlung dieselbe, nur von T abhängige, Zusammensetzung (d. i. spektrale Intensitätsverteilung) besitzt.

Diese zu finden, ist die erste Hauptaufgabe der Theorie der Wärmestrahlung. Da nun die elektromagnetischen Grundgleichungen alle jene Eigenschaften der mechanischen, welche zur Aufstellung des Boltzmannschen Gleichverteilungsgesetzes der Energie notwendig sind, ebenfalls besitzen¹⁾, so dürfen wir den Hohlraum samt allen damit in Wärmeaustausch stehenden Körpern als ein mechanisches System ansehen und den Satz darauf anwenden. Als Freiheitsgrade des Hohlraumes haben wir dabei jene elektromagnetischen „Grundschwingungen“ anzusehen, aus deren Zusammenwirken mit verschiedenen Amplituden und Phasen jede elektromagnetische „Bewegung“ des Hohlraums aufgefaßt werden kann (ganz ähnlich, wie jede Form von Saitenschwingung durch Übereinanderlagerung des Grundtones und der harmonischen Obertöne dargestellt werden kann; mehrfache Fouriersche Reihe²⁾). Solcher Grundschwingungen sind aber natürlich unendlich viele, während die Materie immer nur endlich viele Freiheitsgrade aufweist. Daraus würde zunächst einmal folgen, daß ein Energiegleichgewicht zwischen Materie und Hohlraumstrahlung überhaupt nicht stattfinden könnte, alle Energie müßte von der Materie an die Strahlung abgegeben werden. Aber darüber hinaus zeigt sich weiter, daß ein Hohlraum vom Volumen V

$$\frac{8\pi}{c^3} V \nu^2 d\nu \quad \dots \quad (6)$$

Grundschwingungen mit einer Schwingungszahl zwischen ν und $\nu + d\nu$ hat. c bedeutet hier die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum. Da dieser Ausdruck mit wachsendem ν beständig wächst, so kann auch innerhalb der Strah-

lung ein Energiegleichgewicht nach dem Boltzmannschen Satz nicht stattfinden, auf dem Wege dahin würde die Strahlung zu immer höheren und höheren Schwingungszahlen hinwegrücken.

Dieses widerspruchsvolle Ergebnis wurde bei allen Bemühungen, das Strahlungsgesetz nach den Grundsätzen der klassischen Physik zu beweisen, immer wieder gefunden. Erst einer sehr fremdartigen und paradox klingenden Hypothese von Planck ist es gelungen, diese Katastrophe zu umgehen und eine Energieverteilung theoretisch zu begründen, die mit der Erfahrung im vollkommensten Einklang steht.

Planck zeigt nämlich, daß, wenn Energie zwischen mechanischen oder elektromagnetischen Gebilden von der Schwingungszahl ν nur in „Quanten“ von der Größe $h\nu$ ausgetauscht würde (h universelle Konstante), daß dann das Boltzmannsche Theorem unrichtig würde.

Eine Koordinate — sei es der Materie, sei es der Hohlraumstrahlung¹⁾ — nimmt dann im Gleichgewicht nicht mehr durchschnittlich die Energie $\frac{RT}{N}$ auf, sondern nur einen gewissen Bruchteil davon, und zwar ist sie um so mehr benachteiligt, je höher ihre Schwingungszahl und je tiefer die Temperatur ist, bei der das Gleichgewicht stattfindet. Für hohe Temperaturen oder niedrige Schwingungszahlen nähert sich der genannte Bruchteil der Einheit, für tiefe Temperaturen oder hohe Schwingungszahlen wird er verschwindend klein. Der mathematische Ausdruck für die (kinetische + potentielle) Energie, die einem Freiheitsgrad von der Schwingungszahl ν bei der Temperatur T zukommt, ist:

$$\frac{RT}{N} \frac{\Theta/T}{e^{\Theta/T} - 1} \quad \dots \quad (7)$$

Θ ist eine Hilfsgröße von der physikalischen Dimension einer Temperatur. In ihr steckt die Schwingungszahl ν , und zwar ist:

$$\Theta = \frac{Nh\nu}{R} \quad \dots \quad (8)$$

Schreibt man nun jeder der Grundschwingungen (6) des Hohlraums diesen Energiewert (7) zu, dann erhält man in vollkommenem Einklang mit der Erfahrung für die pro Volumeneinheit berechnete Strahlungsenergie zwischen ν und $\nu + d\nu$ bei der Temperatur T :

$$\frac{8\pi}{c^3} \frac{h\nu^3}{e^{\frac{Nh\nu}{RT}} - 1} d\nu \quad \dots \quad (9)$$

wobei man der Größe h auf Grund von Strahlungsmessungen den Wert $6,548 \cdot 10^{-27}$ erg-sec beilegen muß. Der Ausdruck (9) wächst mit zu-

¹⁾ Man denke daran, daß sich der überwiegende Teil der Licht- und Wärmestrahlungserscheinungen durch Annahme von Transversalwellen in einem gewöhnlichen elastischen Medium vollkommen genau darstellen läßt.

²⁾ Bei der Übertragung des Boltzmannschen Satzes auf diese Grundschwingungen tritt an Stelle der kinetischen und potentiellen die elektrische und die magnetische Energie, deren Mittelwerte hier ebenfalls gleich sind. Der Beweis, daß diese Auffassung vollberechtigt ist, kann hier natürlich so wenig erbracht werden, wie der des Boltzmannschen Satzes überhaupt.

¹⁾ Es ist dabei einerseits an die oben erwähnten Grundschwingungen des Hohlraumes, andererseits an sog. kleine „Resonatoren“ gedacht, d. i. Moleküle mit + und – geladenen, gegeneinander beweglichen Bestandteilen, welche Strahlungsenergie aufnehmen und abgeben können (Emission und Absorption). Die Gleichheit von potentieller und kinetischer Energie gilt für alle diese Gebilde streng.

nehmendem ν nicht mehr ins Unendliche, sondern erreicht ein Maximum und nimmt dann wieder gegen Null ab, wie es der Erfahrung entspricht.

Einstein sagte sich nun, wenn eine derartige Herabsetzung des nach Boltzmann zu erwartenden Gleichgewichtswertes der Energie $\frac{R T}{N}$ für schwingende, *elektrisch geladene* Atome (nur solche können mit der Strahlung in Wechselwirkung treten) infolge des — bis heute noch nicht vollkommen aufgeklärten — quantenhaften Energieaustausches stattfindet, dann müsse ganz dasselbe auch für jedes beliebige schwingende Atom gelten, also auch für die Atome der Festkörper, deren Schwingungen den Wärmeinhalt dieser Körper darstellen. Denn das *geladene* Atom muß denselben Gleichgewichtswert annehmen, ob es nur mit Strahlung oder nur mit anderen Atomen bei der Temperatur T im Energieaustausch steht; und es ist unwahrscheinlich, daß bei der Wechselwirkung mit anderen Atomen gerade die *geladenen* benachteiligt würden. Die Annahme, daß auch den schwingenden Atomen der Festkörper nur jeweils der Energiewert (7) pro Freiheitsgrad zukomme, versprach Aufklärung für die abnorm kleinen spezifischen Wärmen der Elemente mit niedrigem Atomgewicht zu geben. Denn in der Tat wird *ceteris paribus*, d. i. bei gleichen elastischen Kräften, das *leichtere* Atom *raschere* Schwingungen ausführen und daher nach dem oben Gesagten weiter hinter seinem Gleichgewichtswert nach Boltzmann zurückbleiben.

Der Einfachheit halber legte Einstein zunächst die Annahme zugrunde, daß es sich bei den Atom-schwingungen jedes Elementes um *eine* ganz bestimmte, für das Element charakteristische Schwingungszahl ν handle. Der Wärmeinhalt der $3 N$ Freiheitsgrade eines Grammatoms wird dann nach (7):

$$3 R T \frac{\Theta/T}{e^{\Theta/T} - 1} \dots \dots \dots (10)$$

Durch Differentiation nach T folgt die Atomwärme:

$$C_v = 3 R \frac{(\Theta/T)^2 e^{\Theta/T}}{(e^{\Theta/T} - 1)^2} \dots \dots \dots (11)$$

Die Größe Θ variiert nach (8) nur mit der für das Element charakteristischen Schwingungszahl ν , also nur von Element zu Element. Wir können sie als die für das energetische Verhalten des Körpers *charakteristische Temperatur* bezeichnen. Denn der Verlauf von C_v hängt nur von Θ ab und wird *universell*, d. h. für alle Elemente gleich, wenn man ihn nicht als Funktion von T , sondern von T/Θ auffaßt, d. h. wenn man T in Bruchteilen von Θ mißt. In Fig. 1, Kurve E, sind zur Abszisse T/Θ die Werte von $C_v/3R$ als Ordinaten nach Gl. (11) aufgetragen, wodurch ein übersichtliches Bild gewonnen wird. Wir sehen, daß bei (gegen die charakteristische) sehr tiefen Temperaturen die Atomwärme weit

unter den Dulong-Petitschen Wert sinken muß, während sie bei hohen Temperaturen, stetig wachsend, diesem Wert zustrebt. Wenn die Temperatur z. B. die Hälfte der charakteristischen ist ($T/\Theta = 0,5$), ist die Atomwärme etwa 0,7 des Dulong-Petitschen Wertes, also etwas über 4 cal/° C.

Der Grund für die abnorm niedrige Atomwärme des Kohlenstoffs bei gewöhnlicher Temperatur wäre nach dieser Auffassung darin zu suchen, daß die Schwingungszahl ν seiner Atome und infolgedessen auch die charakteristische Temperatur Θ für diesen Körper besonders hoch liegt. Bei genügender Temperaturerhöhung müßte seine Atomwärme sich dem Dulong-Petitschen Wert $3 R = 6$ cal/° C nähern. In der Tat nimmt nun nach Messungen von H. F. Weber die Atomwärme

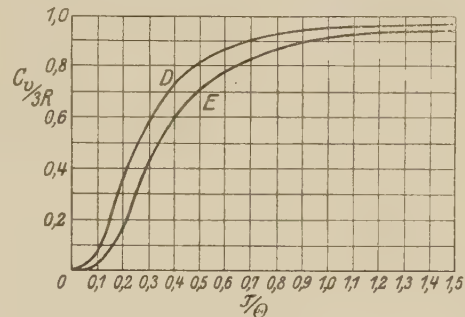


Fig. 1.

des Diamanten, welche bei mittleren Temperaturen nach Tabelle 1 etwa 1,7 cal/° C ist, bei 222° C abs. auf 0,76 cal/° C ab, bei 1258° erreicht sie den Wert 5,5 cal/° C. Der ganze Verlauf wird durch die Einsteinsche Funktion (11) recht gut wiedergegeben, wenn man für die kritische Temperatur $\Theta = 1325^\circ \text{C}$ setzt, was einer Atomschwingungszahl ν von etwa $2,7 \times 10^{13}$ Schwn/Sec. entsprechen würde. Würde ein solches Atom eine elektrische Ladung tragen, so würde es elektromagnetische Wellen von 11 μ Wellenlänge aussenden, also sog. *ultrarote* oder *Wärmewellen*. Bedenken wir, daß jene *inneren Freiheitsgrade der Atome*, welche für die *Licht- und ultraviolette Emission* aufzukommen haben, demnach eine noch viel höhere Schwingungszahl aufweisen müssen, so wird nun auch mit einem Schlage klar, warum diese inneren, hochfrequenten Schwingungen keinen merklichen Beitrag zur Atomwärme liefern: eben weil ihre Schwingungszahl zu hoch ist.

(Schluß folgt.)

Über Spezialisierung und spezialisierte Formen im Bereich der Pilze.

Von Prof. Dr. H. Klebahn,

Institut für allgemeine Botanik, Hamburg.

Die Auffassungen über die Arten, sowohl über ihr Wesen und ihre Bedeutung, wie über den Umfang, der ihnen zuzumessen ist, haben sich

seit *Linné* wesentlich geändert. Im Linnéschen Sinne sind das bekannte Frühlingshungerblümchen, *Draba (Erophila) verna*, oder das (wilde) Stiefmütterchen, *Viola tricolor*, Arten. Aber Botaniker des vorigen Jahrhunderts, zuerst *Jordan* in Lyon, später *Wittrock* in Stockholm, und andere, haben gezeigt, daß es innerhalb dieser Arten Dutzende von Abänderungen gibt, die alle nach freilich sehr feinen Merkmalen wohl unterscheidbar und, was wichtiger ist, alle erblich vollkommen beständig sind. Diese sogenannten „kleinen Arten“, „Jordanschen“ oder „elementaren Arten“ haben schließlich auch von den Systematikern, die sie anfangs bekämpften, anerkannt werden müssen. Sie haben auch bei anderen wildwachsenden Pflanzen, wenngleich nicht bei allen, eine weite Verbreitung. Ihr Vorkommen bei den Kulturpflanzen bildet eine der Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung.

Im Bereich der niederen Organismen, insbesondere der Pilze, finden wir ähnliche Erscheinungen. Was die älteren Pilzkundigen als Arten beschrieben haben, löst sich vielfach in Scharen von Formen auf. Ein neuer Gesichtspunkt kommt hier dazu. Während die elementaren Arten der höheren Pflanzen sich durch sichtbare Merkmale unterscheiden, wenn auch deren Auffassung das geschulte Auge des Kenners voraussetzt, so fehlen jenen Formen der Pilze entsprechend der so wesentlich einfacheren Organisation die sichtbaren Unterschiede in vielen Fällen vollständig oder fast vollständig. Das Mikroskop versagt seinen Dienst. Getrocknetes Material aus Herbarien ist zu ihrer Feststellung wertlos. Nur die Beobachtung des lebenden Pilzes in der Kultur ermöglicht es, jene Formen zu unterscheiden.

Es ist namentlich die Gruppe der Rostpilze (Uredineen) gewesen, in der sich diese Beobachtungen zuerst aufdrängten. Keine andere Pilzgruppe war zur Auffindung so geeignet wie diese. Alle Rostpilze sind Schmarotzer, die sich nur auf lebenden höheren Pflanzen, aber auf diesen leicht und in ihrer vollen Entwicklung, kultivieren lassen. Verunreinigung der Kulturen durch die allverbreiteten Fäulnisbewohner ist ausgeschlossen; Schmarotzer aus anderen Pilzgruppen sind leicht zu unterscheiden. Nur gegen die Vermischung der Rostpilzformen unter sich sind Vorkehrungen nötig. Keine Pilzgruppe ist infolgedessen in gleichem Maße experimentell bearbeitet worden; die wesentlichsten Fortschritte ihrer Kenntnis beruhen auf dem Kulturversuch.

Die allgemeine Aufmerksamkeit wurde auf die kleinen Arten bei den Uredineen, die wir gewöhnlich als „biologische Arten“ oder als „spezialisierte Formen“ bezeichnen, erst durch die Häufung der Beobachtungen in den neunziger Jahren gelenkt. Aber die Anfänge ihrer Kenntnis lassen sich weiter zurück verfolgen. Schon 1863 war es dem Altmeister *de Bary*, dem wir die Erklärung des lange beobachteten rätselhaften

Einflusses der Berberitze auf das Getreide durch die Entdeckung des Wirtswechsels bei dem Getreiderost verdanken (1864), aufgefallen, eine wie strenge Wahl diese Pilze unter ihren Nährpflanzen treffen. Im Jahre 1879 machte *de Bary* das bemerkenswerte Wirtswechselverhältnis bekannt, das zwischen dem im Hochgebirge auf der Fichte lebenden *Aecidium abietinum* und einem Rostpilz der Alpenrosen, *Chrysomyxa rhododendri*, besteht. Dieser Befund schien mit der Tatsache in Widerspruch zu stehen, daß *Aecidium abietinum* auch im Tieflande vorkommt, wo die Alpenrosen fehlen. Es stellte sich heraus, daß hier ein anderer Pilz vorliegt, für den der Sumpfporst, *Ledum palustre*, an die Stelle der Alpenrosen tritt. In diesem Falle gelang es noch, in der Membransulptur der Aecidiosporen feine Unterschiede zu finden. Von diesen abgesehen stimmen die beiden Pilze, auch in dem auf *Rhododendron* bzw. *Ledum* lebenden Zustande, völlig überein.

Die folgenden Jahre brachten eine ganze Reihe ähnlicher Erfahrungen. Auf verschiedenen *Ranunculus*-Arten kommen Aecidien vor, die man früher, weil sie sich nicht unterscheiden lassen, unter dem Namen *Aecidium ranunculacearum* zusammenfaßte. Untersuchungen von *Schroeter* (1873, 1879), *Cornu* (1882), *Plowright* (1884) und anderen ergaben aber, daß sie wirtswechselnd sind und mit sehr verschiedenen grasbewohnenden Teleutosporenformen aus den Gattungen *Uromyces* und *Puccinia* in Zusammenhang stehen:

	Teleutosporen auf	Aecidien auf
<i>Uromyces</i>		<i>Ranunculus</i>
<i>dactylidis</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>bulbosus, repens</i>
<i>poae</i>	<i>Poa</i> -Arten	<i>ficaria, repens, bulbosus</i>
<i>Puccinia</i>		
<i>Magnusiana</i>	<i>Phragmites communis</i>	<i>repens, bulbosus</i>
<i>perplexans</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>acer.</i>

Nach neueren Untersuchungen könnte diese Liste unter Heranziehung der Aecidien auf anderen *Ranunculaceen* noch fortgesetzt werden.

Weitere Beispiele lieferte das eigentümliche *Aecidium*, das sich im Frühjahr auf Wolfsmilchpflanzen findet (*Aecidium euphorbiae*), und dessen Myzel eine völlige Umgestaltung ganzer Triebe der Pflanzen hervorruft. *Schroeter* (1875 und 1884) zeigte die Zugehörigkeit zu zwei verschiedenen, auf Papilionaceen lebenden *Uromyces*-arten, *U. pisi* und *U. striatus*. Einige neuerdings bekannt gewordene Fälle vermehren auch hier die Mannigfaltigkeit und reihen auch Caryophyllaceen unter die Teleutosporenwirte (*Fischer*).

Bei den auf *Carex*-Arten lebenden Rostpilzen, die man früher unter dem Namen *Puccinia caricis* zusammenfaßte, liegen die Verhältnisse insofern umgekehrt, als es hier die Teleutosporen-

form ist, die man nach Auffindung des Wirtswechsels aufzuspalten genötigt war. Bis zum Jahre 1890 hatten Untersuchungen von *Magnus*, *Schroeter*, *Rostrup* und besonders *Plowright* bereits 10 neue Arten ergeben. Gegenwärtig ist die Zahl auf über ein Viertelhundert gestiegen. Unter den Aecidiennährpflanzen befinden sich besonders zahlreiche Kompositen, außerdem Arten von *Urtica*, *Ribes*, *Parnassia*, *Lysimachia*, *Pedicularis*. Nach dem feineren Bau der Uredosporen ist es mir zwar gelungen, zwei Gruppen zu unterscheiden. Innerhalb dieser beiden Gruppen sind aber nur so geringe Form- und Größenunterschiede der Sporen vorhanden, daß es nicht möglich ist, die Pilze ohne die Nährpflanzen zu bestimmen. Daß sie trotzdem verschieden sind, ergibt sich aber mit Bestimmtheit aus den zahlreichen vorliegenden Kulturversuchen, bei denen sich zeigte, daß jeder dieser Pilze immer nur eine ganz bestimmte Aecidiennährpflanze oder einen ganz kleinen Kreis nahe verwandter zu infizieren vermag.

Es ist namentlich *Ch. B. Plowright* gewesen, der in den achtziger und neunziger Jahren den Kulturversuch in umfassender Weise zur Auffindung von Wirtswechselverhältnissen und zur Unterscheidung der Formen verwandte. Unter seinen Beobachtungen mag die Abspaltung des *Gymnosporangium confusum* (Aecidium auf *Crataegus*) von dem bekannten *Gymnosporangium sabinæ* des Sadebaums hervorgehoben werden, dessen von *Oersted* (1865) aufgeklärte Beziehung zu dem Birnenrost bereits 1837 von französischen Beobachtern erörtert wird. Auch in anderen Arten der Gattung *Gymnosporangium* hat sich später eine Aufteilung früher vereinigter Formen nötig gemacht (*Fischer* 1909, 1910 und 1917).

Meine eigenen um 1888 begonnenen und *Fischers* (1894) sich daran anschließende Untersuchungen über die Blasenroste der Kiefern führten zur Aufspaltung dieser bis dahin unter dem Namen *Peridermium pini* zusammengefaßten Pilze in über ein Dutzend Arten. Besonders formenreich erwiesen sich die Nadelroste, die mit *Coleosporium*-Arten auf *Senecio*, *Tussilago*, *Petasites*, *Inula*, *Alectorolophus*, *Melampyrum*, *Pulsatilla* usw. in Zusammenhang stehen und sich durch die Anpassung an diese Nährpflanzen scharf voneinander sondern. Wenn der sehr bestimmte Unterschied in der Sporenmembran, der den Rindenrost der Weimutskiefer von dem der Waldkiefer unterscheidet, anfangs hoffen ließ, daß genaueste Untersuchung zur Auffindung morphologischer Unterschiede führen würde, so ergab sich doch, daß solche fast völlig fehlen, auch bei den zugehörigen Uredo- und Teleutosporen. Nur die Darstellung der Sporengröße in Kurven würde vielleicht instande sein, gewisse Verschiedenheiten nachzuweisen; doch ist dieser Versuch bisher nicht in umfassender Weise durchgeführt worden, und praktische Bedeutung

für die Unterscheidung der Pilze würde ihm schwerlich zukommen.

Um dieselbe Zeit lenkten die Untersuchungen *Erikssons* (1894) über die allgemeiner bekannten Rostpilze des Getreides die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf diese Erscheinungen. Der Schwarzrost des Getreides, *Puccinia graminis*, dessen Aecidien nach *de Barys* berühmt gewordenen Untersuchungen auf der Berberitze gebildet werden, lebt in seiner Uredo- und Teleutosporenform außer auf den Getreidearten auch noch auf zahlreichen anderen Graspflanzen. *Erikssons* umfangreiche Kulturen ergaben aber, daß dieser Pilz keineswegs von jeder seiner Nährpflanzen auf jede andere überzugehen vermag, sondern daß eine Reihe von „spezialisierten Formen“ vorhanden ist, jede an eine kleine Gruppe von Nährpflanzen eng angepaßt und die anderen meidend. Eine Form lebt z. B. auf Roggen, Gerste und Quecke, geht aber nicht auf Hafer und Weizen über. Andererseits infiziert die auf Hafer lebende Form den Roggen und den Weizen nicht, und die auf Weizen lebende den Hafer und meist auch den Roggen nicht. Die Ergebnisse sind dieselben, wenn man den Rostpilz mittels der Uredosporen direkt von Graspflanze zu Graspflanze überträgt, oder wenn man aus den Teleutosporen zunächst die Aecidien auf der Berberitze erzieht und mit deren Sporen die Graspflanze impft. Ganz ähnliche Ergebnisse fand *Eriksson* auch für die übrigen Getreideroste (*Puccinia triticea*, *P. dispersa*, *P. glumarum*, *P. simplex*), sowie für die Kronenroste, unter denen ich bereits vorher nach den Aecidien zwei Arten unterschieden hatte, *P. coronata* und *P. coronifera*, von denen die letzte auch den Hafer befällt.

Über die Gattung *Melampsora* hatten *Nielsen*, *Rostrup*, *Hartig*, *Schroeter*, *Plowright* und *Magnus* eine Anzahl zum Teil wenig verarbeiteter, scheinbar sehr widersprechender Beobachtungen mitgeteilt. Es gelang mir, dieselben allmählich zu klären und zu erweitern. Dabei stellte es sich heraus, daß hier äußerst verwickelte Verhältnisse vorhanden sind. Eine große Zahl von Arten und Formen lebt in der Uredo- und Teleutosporengeneration auf Weiden und Pappeln und erweist sich durch die strenge Auswahl der Wirte sozusagen als feinste Kenner dieser selbst für den geschulten Botaniker zum Teil schwer unterscheidbaren Pflanzen. Die zugehörigen Aecidien entsprechen der alten Gattung *Caeoma*, die durch das Fehlen des Fruchtgehäuses (Peridie) gekennzeichnet ist. Nicht weniger als 4 einander völlig gleiche Arten bewohnen die Aspe, *Populus tremula*. Man faßte sie früher als *Melampsora tremulae* zusammen. Sie unterscheiden sich aber durch die Wahl der Aecidiennährpflanzen, *Larix*, *Pinus*, *Mercurialis*, *Chelidonium*. Eine zweite Gruppe umfaßt wenigstens 7 voneinander und von den Aspenpilzen nur mit Hilfe der Nährpflanzen unterscheidbare Formen. Die *Caeoma*-Aecidien sind streng an je eine der Gattungen *Larix*,

Orchis, *Evonymus*, *Ribes*, *Saxifraga* (Fischer), *Abies* (v. Tubeuf) angepaßt; die Teleutosporen finden sich auf einzelnen oder mehreren Weidenarten, wie *Salix viminalis*, *daphnoides*, *capraea*, *aurita*, *cinerea*, *repens* und anderen. Eine dritte Gruppe, gekennzeichnet durch die langgestreckten, am oberen Ende glatten Uredosporen, enthält 5 wenig voneinander verschiedene Arten auf *Salix amygdalina*, *fragilis*, *pentandra*, *alba*, darunter eine nicht wirtswechselnd (*M. amygdalinae*), die anderen mit *Caeoma* auf *Larix*, *Allium*, *Galanthus*, und außerdem 2 Arten auf Pappeln (*Populus nigra* u. a., nicht *P. tremula*) mit *Caeoma* auf *Larix* und *Allium*. Endlich gibt es noch 2 morphologisch gut gekennzeichnete Arten, die eine auf *Salix capraea* mit *Caeoma* auf *Larix*, die andere auf *Salix viminalis* mit *Caeoma* auf *Ribes*. Was bei diesen merkwürdigen Pilzen besonders auffällt, ist die gleichzeitige Aufspaltung, sowohl der Uredo- und Teleutosporenformen auf *Salix* und *Populus*, wie die der *Caeoma*-formen auf *Ribes*, *Allium* und namentlich auf *Larix*, die man früher für einheitliche Arten hielt, sowie die keinerlei Gesetzmäßigkeit aufweisende Verteilung der *Caeoma*-aecidien auf die teils einander äußerst nahestehenden, teils auffällig verschiedenen Teleutosporenformen. Morphologische Unterschiede sind zwischen den gesamten Aecidien dieser Gruppe nicht oder nur in geringstem Grade vorhanden.

Um auch von den neuesten Erfahrungen ein Beispiel zu bieten, sei auf die Aufteilung des früher als *Aecidium pseudocolumnare* bezeichneten, durch die schneeweiße Farbe seiner Sporen von anderen Rostpilzen derselben Nährpflanzen auffallend verschiedenen Rostes der Tannennadeln hingewiesen, die durch die Auffindung der Zugehörigkeit zu Teleutosporenformen auf Farnkräutern nötig geworden ist. Fraser hat diesen Wirtswechsel für 5 amerikanische Arten festgestellt, von denen einige auch in Europa vorkommen (*Uredinopsis struthiopteridis*, *Hyalospora polypodii dryopteridis*). Es gelang mir, einen dieser Fälle mit deutschem Material zu bestätigen (*Uredinopsis struthiopteridis*) und noch einen sechsten aufzufinden (*Milesina blechni*).

Nachdem sich die Spezialisierung der Rostpilze in so zahlreichen Fällen beim Suchen nach den noch unbekannten Wirten der anderen Sporenform gewissermaßen von selbst ergeben hatte, wurden auch nicht wirtswechselnde Rostpilze in den Kreis der Untersuchung gezogen. Solche Untersuchungen hat namentlich Fischer von seinen Schülern durchführen lassen. Es liegen Arbeiten vor von Bandi über den Rosenrost (*Phragmidium subcorticium*), von Cruchet über *Puccinia*-Arten auf Labiaten, von Semadeni über solche auf Umbelliferen, von Wurth über *Puccinia galii* und andere. Die Ergebnisse entsprechen den bisher erwähnten. In zahlreichen Fällen sind auch diese Rostpilze an einzelne ganz bestimmte Nährpflanzen oder an ganz kleine Kreise von

solchen angepaßt. Um nur ein Beispiel anzuführen: so stellt z. B. Probst in seiner Arbeit über *Puccinia hieracii* fest, daß diese Art zunächst in zwei Unterarten, *P. piloselloidarum* und *P. hieracii*, im engeren Sinne zu zerlegen ist, die auch morphologisch etwas verschieden sind, und von denen die erste nur auf piloselloiden Hieracien, die andere nur auf Euhieracien lebt. Beide Unterarten spalten sich weiter nach den einzelnen Nährpflanzen in spezialisierte Formen, von denen sich in der ersten 8, in der zweiten 5 unterscheiden ließen. Dabei wurde ein ganz besonders weitgehender Fall von Spezialisierung beobachtet. Bei Versuchen mit Stöcken der Form „*Hieracium pilosella* subspecies *vulgare* a *genuinum* 1. *subpilosum*“ von zwei verschiedenen Standorten zeigte sich, daß jede der beiden Formen nur von dem an dem eigenen Standorte auf ihr lebenden Pilze infiziert wurde, nicht von demselben Pilze von dem anderen Standort.

Gegenüber diesen zahlreichen Fällen mehr oder weniger weitgehender Spezialisierung muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß es auch Beispiele gibt, die Ausnahmen sind oder solche zu sein scheinen. Die Zahl der wirklichen Ausnahmen ist sehr gering, und die Mannigfaltigkeit ihrer Wirte dann meist nicht groß. Es handelt sich um Pilze, die zahlreiche Arten einer großen Gattung von Nährpflanzen oder auch Arten verschiedener Gattungen einer Familie zu befallen vermögen. Zu nennen wäre *Cronartium ribicola*, die Teleutosporenform des Blasenrosts der Weimutskiefer, das zahlreiche *Ribes*-Arten befällt, während dagegen die auf *Ribes* lebenden Aecidien gewisser *Carex*-Roste nach den *Ribes*-Arten spezialisiert sind. Ein weiteres Beispiel ist anscheinend die aus Chile eingewanderte *Puccinia malvacearum*, die auf ziemlich verschiedenen Malvaceen vorkommt. Allerdings sind Versuche, den Pilz auf die verschiedenen Gattungen und Arten zu übertragen, bisher nur in beschränktem Maße ausgeführt worden (Eriksson 1911).

Bemerkenswerter sind die scheinbaren Ausnahmen. Es mag genügen, den merkwürdigsten Fall zu besprechen. Cornu (1886) stellte fest, daß der auf Kiefernrinde lebende Blasenrost (*Peridermium*) seine Teleutosporenform, das *Cronartium asclepiadeum*, auf der Schwalbenwurz, *Vincetoxicum officinale*, bilde. Später fand Lamarlière, und Fischer bestätigte es, daß dasselbe Aecidium auch auf die Pfingstrosen (*Paeonia*) übergehe, so daß das auf diesen beobachtete *Cronartium flaccidum* dem *Cr. asclepiadeum* gleich ist. Diese mir damals etwas unglaublich erscheinenden Beobachtungen veranlaßten Untersuchungen meinerseits, bei denen sich herausstellte, daß sogar noch eine ganze Reihe anderer Pflanzen dem *Cr. asclepiadeum* als Wirte dienen können. Insgesamt sind jetzt Arten von 9 Gattungen aus 8 verschiedenen Familien als empfindlich bekannt: *Vincetoxicum officinale*, *fuscatum* (Asclepiadaceae), *Paeonia officinalis*, *peregrina*,

tenuifolia (Ranunculaceae), *Pedicularis palustris*, *Nemesia versicolor* (Scrophulariaceae), *Verbena teucrioides*, *erinoides* (Verbenaceae), *Impatiens balsamina* (Balsaminaceae), *Grammatocarpus volubilis* (Loasaceae), *Tropaeolum minus*, *majus*, *Lobbianum*, *canariense* (Tropaeolaceae), *Schizanthus grahami* (Solanaceae). Hier liegt also unstreitig ein Fall von Pleophagie vor, ein Vermögen des Pilzes, auf so vielerlei Nährpflanzen zu wachsen, wie es sonst bei den Rostpilzen unerhört ist. Wenn man sich dann aber vergegenwärtigt, daß die Pflanzen, die dieser Pilz befällt, ganz vereinzelt aus größeren Verwandtschaftskreisen herausgegriffen sind, und daß in mehreren Fällen nahe Verwandte der empfänglichen Pflanzen nicht befallen werden, z. B. andere *Impatiens*- und *Verbena*-arten, und, was besonders auffällt, *Pedicularis palustris* nicht, auch *Gentiana asclepiadea* nicht, auf der ein ganz ähnliches *Cronartium* tatsächlich vorkommt, so kann nicht bestritten werden, daß es sich hier schließlich doch auch um Spezialisierung, um Anpassung an einzelne ganz bestimmte Wirte unter Ausschluß mehr oder weniger naher Verwandter handelt. Die merkwürdige Tatsache, daß die meisten dieser Pflanzen aus Gegenden stammen, wo Kiefern und also auch der Blasenrostpilz gar nicht vorkommen (Südafrika, Chile, Peru, Columbia, Ostindien), wird uns noch zu beschäftigen haben. Eine andere Tatsache, das Vorkommen eines zweiten ganz ähnlichen *Peridermium* der Kiefer, das sich auf keinem dieser zahlreichen Wirte zu entwickeln vermag, und dessen Teleutosporenform trotz vieler Bemühungen bisher nicht gefunden werden konnte, so daß von forstlicher Seite bereits ernstlich versucht worden ist, ein unmittelbares Wiederübergehen auf die Kiefer unter Ausschluß des Wirtswechsels zu erweisen (Oberförster Haack 1914), läßt die Pleophagie der erstgenannten Form besonders auffällig erscheinen. Daß es noch ein paar Fälle von weniger ausgeprägter Pleophagie gibt und einen von weit höherer, der aber sonst weniger Bemerkenswertes bietet (*Puccinia-isiacae*, Tranzschel 1906), sei nur angedeutet.

Für die Pilzsystematik erwächst aus den biologischen Arten und spezialisierten Formen, die sich nur durch mühsame Kulturversuche unterscheiden lassen und an Herbarmaterial meist nicht mehr erkennbar sind, eine gewisse Schwierigkeit, und der Schmerzensschrei eines verstorbenen namhaften Pilzkenner, daß sie eine „grenzenlose Konfusion“ hervorgerufen hätten, ist von seinem Standpunkt aus vielleicht verständlich. Aber ihr Vorhandensein ist eine Tatsache, mit der sich die Systematik abfinden muß. Daß die Arten der höheren Pflanzen keineswegs alle wirkliche Einheiten sind, sondern in vielen Fällen nur auf Übereinkommen beruhende Gruppen, darüber sind sich denkende Systematiker längst klar, und unter diesem Gesichtspunkt wird es auch möglich, die biologischen Arten und Rassen in das Fachwerk des Systems einzufügen. In

manchen Fällen hat die biologische Unterscheidung dazu geführt, bisher übersehene morphologische Verschiedenheiten aufzufinden. Dann liegt kein Grund vor, solche Pilze nicht als Arten anzusehen. Wo morphologische Unterschiede fehlen, wird man im allgemeinen nur von Rassen oder Formen reden dürfen, die den Arten unterzuordnen sind. Schwierigkeiten bereiten nur die Fälle, wo morphologische Unterschiede fehlen und doch das biologische Verhalten auf eine schärfere Absonderung hinweist, z. B. wenn der Unterschied in der Anpassung an verschiedene Gattungen von Nährpflanzen oder an Angehörige verschiedener Familien besteht. Für solche Fälle muß ein Übereinkommen getroffen werden, und es liegen einige Vorschläge vor, die dafür gewisse Richtlinien aufstellen. Übrigens sind auch die morphologisch nicht unterscheidbaren Pilze mehrfach nicht ganz ohne gewisse Verschiedenheiten; nur lassen sich diese schwer erfassen und meist nicht für Bestimmungszwecke verwerten.

Wichtiger sind die Fragen nach Wesen und Entstehung der biologischen Arten und Rassen. Es läge vielleicht zunächst nahe, anzunehmen, daß die schmarotzenden Pilze Hand in Hand mit den höheren Pflanzen, auf denen sie leben, sich verändert und entwickelt haben. Wenn aus einer gegebenen Pflanze neue einander nahe verwandte hervorgehen, kann der Schmarotzer derselben nur weiter leben, wenn es ihm gelingt, sich den veränderten Eigenschaften anzupassen. Diese Vorstellung scheint sehr geeignet, die Erscheinung zu erklären, daß die Spezialisierung in der Regel in einem so engen Verhältnis zur natürlichen Verwandtschaft der Nährpflanzen steht. Ganz nahe Verwandte werden noch von demselben Pilze befallen, die Schmarotzer fernerstehender Pflanzen müssen in ihrem Verhalten bereits Änderungen erfahren haben. Wenn man aber bestimmte Beispiele einer näheren Prüfung unterzieht, so ergibt sich doch für diese Vorstellung eine Reihe von Schwierigkeiten. Die morphologisch fast gar nicht unterscheidbaren *Caeoma*-*Aecidien* der Gattung *Melampsora* müßten sich zum Teil schon zu der Zeit voneinander gesondert haben, wo die Angiospermen von den Gymnospermen sich ablösten, zum Teil zu der Zeit, wo die Monokotylen und Dikotylen sich ausbildeten, und zum Teil erst viel später, zur Zeit der Entstehung der Gattungen *Ribes*, *Evonymus*, *Mercurialis* usw. Es ist höchst unwahrscheinlich, daß Veränderungen in so entlegenen und verschiedenen Erdperioden zu so gleichartigen Formen geführt haben sollten. Auch den Wirtswechsel auf diese Weise erklären zu wollen, erscheint verfehlt. Schwerlich ist z. B. der Wirtswechsel des Getreiderosts ein Überbleibsel aus jener Zeit, als Getreide und Berberitze noch eine gemeinsame Urpflanze bildeten.

Wenngleich daher jenem Gedanken innerhalb gewisser Grenzen die Berechtigung nicht abzusprechen ist, so ist es doch erforderlich, auch

andere Möglichkeiten zu erwägen. Magnus (1894) hat für die biologischen Arten den Ausdruck „Gewohnheitsrassen“ geprägt und damit den Versuch gemacht und angeregt, die Spezialisierung durch Anpassung und Gewöhnung zu erklären. Die Veranlassung dazu gaben Pilze aus der auf *Phalaris arundinacea* lebenden Gruppe der *Puccinia sessilis*, die im allgemeinen nach ihren Aecidiennährpflanzen, *Allium*, *Arum*, *Leucoïum*, *Orchis*, *Convallaria* usw. scharf spezialisiert sind. Soppitt (1890) hatte in einer Gegend, wo von den Nährpflanzen nur *Convallaria* wächst, einen Pilz gefunden, der nur *Convallaria* infiziert, andere Beobachter in anderen Gegenden Formen, die auch auf *Polygonatum*, *Majanthemum* und *Paris* übergehen. Der Soppittsche Pilz wäre nach Magnus aus der mehrere Wirte befallenden Form durch Gewöhnung an den einzig vorhandenen Wirt entstanden. Es schien mir wichtig zu sein, die Möglichkeit derartiger Gewöhnung durch Versuche zu prüfen. Eine Form des Pilzes, die ursprünglich alle vier Wirte befiel, wurde 15 Jahre lang unter ausschließlicher Verwendung von *Polygonatum* als Aecidienwirt weiter kultiviert. Es ergab sich, daß die Pleophagie zwar nicht vernichtet, aber doch das Infektionsvermögen gegen die drei anderen Wirte merklich geschwächt war. Im Laufe langer Zeiten wäre also vielleicht eine Beschränkung auf den einzigen Wirt *Polygonatum* zustande gekommen.

Eine ganze Reihe anderer Beobachtungen kann namhaft gemacht werden, die alle zeigen, daß die Nährpflanzen einen Einfluß auf das Infektionsvermögen der Pilze ausüben. Beachtenswert sind namentlich die Fälle, die auf noch in der Veränderung begriffene Verhältnisse hinweisen. *Melampsorium betulinum*, von *Betula pubescens* stammend, infiziert diese Pflanze leichter als *B. verrucosa*; die Form von *B. verrucosa* verhält sich umgekehrt. In ähnlicher Weise befällt *Melampsora larici-epitea* *Salix cinerea* und *aurita* schwächer, wenn sie von *Salix viminalis* stammt, *S. viminalis* schwächer, wenn sie von *S. cinerea* oder *aurita* stammt. Unter den Puccinien auf *Carex acuta* bildet eine Form ihre Aecidien auf *Ribes grossularia* und gelegentlich äußerst spärlich einmal auf *R. nigrum*; eine andere zeigt das umgekehrte Verhalten. In diesen Fällen fehlt aber das geographische Moment der Isolierung der Nährpflanzen, und man muß daher Bedenken haben, ob hier wirklich Gewöhnung vorliegen kann. *Melampsorium betulinum* zwar soll sich, vielleicht als Myzel in den Knospen, ohne Wirtswechsel auf den Birken erhalten können. Hier wäre also bei jahrelangem Weiterleben der einen Generation auf derselben Pflanze eine Anpassung durch Gewöhnung trotzdem möglich. Die Aecidien auf den *Ribes*-Arten, die nur einige Wochen leben und immer nur durch Infektion von *Carex* aus entstehen, würden sich dagegen nur durch jahrelang wiederholte gleichartige Entwicklung angepaßt haben können, und die ist bei der Ver-

breitung ihrer Wirte schwer verständlich. Noch auffälliger ist die Spezialisierung der Gattung *Coleosporium*. Die Nährpflanzen wachsen vielfach benachbart und keineswegs so getrennt, daß dadurch Gewöhnung hervorgerufen werden müßte, und doch scheint hier die Anpassung ganz streng zu sein, so daß Übergänge auf die anderen Wirte bisher nicht nachgewiesen sind. Auf einigen Wirten kommt zwar Überwinterung in der Uredoform vor (*Campanula*, vielleicht auch *Senecio*), andere aber, wie *Alectorolophus*, *Euphrasia* und *Melampyrum*, die streng einjährig sind, können, da die Übertragung der Pilze mittels der Samen ausgeschlossen erscheint, nur auf dem Wege über die Kiefern befallen werden.

Die angedeuteten Verhältnisse weisen darauf hin, daß die Spezialisierung wenigstens nicht in allen Fällen durch Gewöhnung verursacht sein kann, und daß nach weiteren Ursachen gesucht werden muß. Auch gewährt der Gedanke der Gewöhnung nur eine Vergleichung mit Vorgängen, die uns geläufig sind, aber er gibt keineswegs eine Erklärung, da die Gewöhnung selbst der Erklärung bedarf. Vielleicht kann man sich vorstellen, daß das Vermögen des Pilzes, gewisse, seine Entwicklung hemmende Stoffe, welche die Nährpflanze hervorbringt, durch eigene Ausscheidungen zu binden oder wirkungslos zu machen, gesteigert wird, wenn er die betreffende Pflanze wiederholt befällt, dagegen verloren geht, wenn er ihr lange fern bleibt. Über das Wesen derartiger Stoffe fehlt aber wieder jede Vorstellung. Sicher ist wohl, daß es sich dabei nur um Veränderungen des Pilzes, nicht um „Immunisierung“ der Nährpflanzen handeln kann.

Die Theorie der Spezialisierung durch Gewöhnung setzt die Pleophagie des Pilzes als den der Spezialisierung vorausgehenden Zustand voraus. Es braucht daraus nicht gefolgert zu werden, daß dieser Zustand der ursprüngliche sein muß. Es gibt vielmehr eine ganze Reihe merkwürdiger Beobachtungen, die darzutun scheinen, daß tatsächlich ein Ergreifen neuer Wirte vorkommen kann. Ein Beispiel liefert der schon erwähnte äußerst schädliche Blasenrost der Weimutskiefer. Er war auf diesem Baume in seiner Heimat Nordamerika ursprünglich völlig unbekannt und ist erst neuerdings aus europäischen Baumschulen dahin eingeschleppt worden. In Europa aber kommt in den höheren Gebirgen auf der Arve oder Zirbelkiefer (*Pinus cembra*), anscheinend nicht allzu häufig und weniger Schaden anrichtend, ein sich völlig gleich verhaltender Pilz vor, der hier in Wirtswechsel mit dem *Cronartium ribicola* der einheimischen *Ribes*-arten lebt. Die Weimutskiefer gelangte durch die Kultur in den Bereich des Pilzes. Sie erwies sich als hochgradig empfänglich und wurde befallen. Der Pilz war auf einen neuen Wirt übergegangen. In diesem Falle ist der Übergang allerdings nur erschlossen. Die oben erwähnten Versuche mit dem nahe verwandten *Cronartium*

asclepiadeum zeigen aber das Ergreifen neuer Wirte unter den Augen des Beobachters. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß mehrere der Pflanzen, die sich als empfänglich erwiesen, aus Gegenden stammen, wo der Pilz wegen des Fehlens der Kiefern gar nicht vorkommen kann. Der Pilz kann also auch nicht an sie „angepaßt“ sein, die Empfänglichkeit muß eine ihnen ganz zufällig innewohnende Eigenschaft sein. Zwei dieser Pflanzen, *Schizanthus* und *Tropaeolum*, erwiesen sich auch empfänglich gegen einen größeren Teil der Nadelroste der Kiefern bzw. die dazu gehörigen *Coleosporium*-Arten, so daß diese Pilze, die sonst die nächsten Verwandten ihrer eigentlichen Nährpflanzen nicht zu befallen vermögen, hier gemeinsame Wirte finden. Man würde vielleicht noch mehr derartige Beispiele finden können, wenn man einmal systematisch die Pilze untersuchte, die an den von auswärts eingeführten Kulturpflanzen vorkommen.

Diese Beobachtungen scheinen auch geeignet, einige Streiflichter auf die Frage der Empfänglichkeit zu werfen und reizen zu Betrachtungen darüber an. Daß die Spezialisierung meistens in einem engen Verhältnis zur natürlichen Verwandtschaft der Nährpflanzen steht, wurde bereits hervorgehoben. Abzusehen ist dabei von der Erscheinung, daß die beiden Generationen der wirtswechselnden Rostpilze sich meistens zwei möglichst verschiedene Wirte ausgewählt haben. Die Regel erleidet aber durch die eben erwähnten pleophagen Pilze auffällige Ausnahmen. Da es bisher nicht gelungen ist, Rostpilze auf künstlichem Nährboden zur Entwicklung zu bringen, wissen wir nichts über die Stoffe, deren sie zu ihrer Ernährung bedürfen. Es steht aber wohl außer Zweifel, daß sie wie andere Pilze, und wahrscheinlich weit mehr als diese, durch die chemische Beschaffenheit des Nährbodens beeinflusst werden. Wenn bei diesen strengen Parasiten noch ein rätselhafter Einfluß des lebenden Protoplasmas dazukommen scheint, so muß doch auch dieser letztes Endes eine materielle Grundlage haben. Bei nahe verwandten Pflanzen wird man im allgemeinen eine sehr ähnliche Beschaffenheit ihrer gesamten Stoffe vermuten dürfen. Es wird dadurch begreiflich, daß sie von einem und demselben Pilze befallen werden können. Wenn nun aber eine ganz fernstehende Pflanze zufällig eine ähnliche chemische Beschaffenheit hat, wenn sie diejenigen Stoffe enthält, die für den Pilz als Nahrung nötig sind, und wenn sie keine solchen enthält, die seinen Angriff abwehren, so wird auch sie empfänglich sein. Gelangt diese Pflanze durch die natürlichen Wanderungen der Gewächse oder durch den Einfluß des Menschen zufällig in den Bereich des Pilzes, so wird sie befallen und taucht als neuer Wirt auf. Das Ergreifen neuer Wirte, der Übergang von der Monophagie zur Pleophagie, findet also auf diesem Wege, natürlich abgesehen von dem noch völlig rätselhaften Wesen der den Pilz beein-

flussenden Stoffe, bis zu einem gewissen Grade eine Erklärung.

Es liegen auch Beobachtungen vor, die es möglich erscheinen lassen, in gewissen Fällen das Ergreifen neuer Wirte mit einem Einflusse der Nährpflanzen in Zusammenhang zu bringen. *Freeman* und *Johnson* (1911) z. B. berichten, daß eine Form der *Puccinia graminis*, die auf Weizen lebt und den Hafer nicht befällt, sich auf Gerste übertragen läßt und dadurch, daß man sie längere Zeit auf dieser Pflanze kultiviert, die Befähigung erlangt, auch den Hafer schwach zu befallen. So dient die Gerste gewissermaßen als „Brücke“, über die der Pilz den Weg zu der neuen Nährpflanze findet.

Wenn auch ausreichende Erklärungen fehlen, so scheint es also doch festzustehen, daß sowohl Erweiterungen des Kreises der Wirte, wie auch Einschränkungen desselben noch gegenwärtig vorkommen. Denkt man sich diese beiden Vorgänge neben- und nacheinander wirken, so kann man sich ein Bild von der Entstehung neuer Formen bei diesen Pilzen machen, das manches für sich hat, wenn auch nicht bestimmt behauptet werden kann, daß es der Wirklichkeit entspricht, oder daß es den einzig möglichen Weg zeigt. Der Blasenrost der Weimutskiefern liefert auch hierfür vielleicht ein Beispiel. Daß derselbe, allem Anschein nach, von der Arve auf die Weimutskiefern übergehend, zunächst den Kreis seiner Nährpflanzen erweiterte, wurde bereits erörtert. Auf dem neuen, sehr empfänglichen Wirt verbreitete sich der Pilz über ganz Europa, auch in Gegenden, wo die Arve fehlt. Hier lebt er jetzt ohne die ursprüngliche Nährpflanze, und es ist möglich, daß eine Form in der Entwicklung begriffen oder bereits entstanden ist, welche diese gar nicht mehr befallen kann. Bisher hat man nämlich in Anlagen, wo Weimutskiefern und Arven nebeneinander wachsen, immer nur die Weimutskiefern, diese fast regelmäßig, niemals die Arven, befallen gefunden. Es muß aber bemerkt werden, daß diese Gedankengänge insofern eine Lücke haben, als der Versuch noch nicht gemacht ist, den in der Wildnis auf der Arve vorkommenden Pilz auf die Weimutskiefern zu übertragen.

Es liegt nahe, diese Betrachtungen auf die Entstehung der morphologisch unterscheidbaren Formen und Arten auszudehnen. Daß zwischen den morphologisch unterscheidbaren und den nicht unterscheidbaren Formen keine scharfe Grenze besteht, wurde bereits hervorgehoben. Man könnte sich also vorstellen, daß durch die Anpassung an bestimmte Wirte zunächst rein biologische Formen entstehen, und daß diese dann, weiter beeinflusst durch die Wirte, dazu übergehen, morphologische Unterschiede auszubilden. Durch einige neuere Erfahrungen über Schimmelpilze, die eine Beeinflussung der Formverhältnisse durch bestimmte Chemikalien möglich erscheinen lassen (*Haenicke*), würde der Gedanke,

daß die stoffliche Zusammensetzung des Wirts auf die Gestalten des Parasiten einwirken könnte, vielleicht eine Stütze erhalten. Daß wirklich Formveränderungen an den Sporen von Rostpilzen durch Übertragen auf bestimmte Wirte entstehen können, wollen amerikanische Forscher (*Freeman und Johnson, Long, Dodge*) beobachtet haben. Auch wenn diese Angaben vielleicht noch nicht genügend beweiskräftig wären, so liegt hier doch eine Fragestellung vor, die weitere Prüfung wünschenswert macht.

Ob es einmal gelingen wird, die Entstehung der mannigfaltigen und verwickelten Verhältnisse, welche die spezialisierten Rostpilze aufweisen, restlos zu erklären, oder ob es nötig bleiben wird, mit inneren Ursachen oder Ursachen unbekannter Abhängigkeit von der Außenwelt, welche die Entwicklung in bestimmte Richtungen drängen, zu rechnen, läßt sich gegenwärtig nicht übersehen. Auch die fluktuierenden Variationen, mehr noch die Mutationen, wenn man diese anerkennen will, die beiden Voraussetzungen, mit denen die Deszendenztheorie bei den höheren Pflanzen rechnet, sind Veränderungen, die, wenn auch vielleicht von der Außenwelt beeinflusst, aus dem inneren Wesen des lebenden Protoplasmas hervorzugehen scheinen, und diese spielen bei der Entstehung der Formunterschiede vielleicht eine größere Rolle als bei der Ausbildung der biologischen Verschiedenheiten. Sei dem nun, wie ihm wolle, auf alle Fälle gewährt es einen hohen Reiz, die Eigenschaften jener merkwürdigen Pilzformen zu erforschen und den Kräften nachzuspüren, die bei ihrer Entstehung wirksam waren.

Die vorstehenden Betrachtungen sind ganz auf die Rostpilze beschränkt worden. Schon diese eine Pilzklasse gäbe hinreichenden Stoff zu weit eingehenderen Beobachtungen über die Spezialisierung, und die Erscheinung des Wirtswechsels, die hier in zahlreichen Fällen eng damit verknüpft ist, macht die Verhältnisse besonders anziehend. Spezialisierungserscheinungen sind aber keineswegs auf die Rostpilze beschränkt. Sie sind in fast allen Gruppen der schmarotzenden Pilze nachgewiesen worden, und im allgemeinen in um so ausgeprägterer Form, je enger die Pilze an das parasitische Leben angepaßt sind. In hohem Grade spezialisiert sind z. B. die Meltauipilze (*Erysiphaceae*), die anscheinend auch ebenso strenge Parasiten sind, wie die Rostpilze; aber auch parasitische Pilze, die sich mehr oder weniger gut auch auf künstlichem Nährboden züchten lassen, können ausgeprägte Spezialisierung zeigen, z. B. *Pseudopeziza ribis* nach eigenen Untersuchungen. Von den Bakterien sind die Anpassungen bekannt, welche die Knöllchenbakterien der Leguminosen an ihre Nährpflanzen zeigen. Die saprophytischen Pilze sind im allgemeinen weniger wählerisch in bezug auf ihre Unterlage; manche bevorzugen aber doch auch ganz bestimmte Nährböden. Sicher ist auch hier die

Mannigfaltigkeit der kleinen Formen, vielfach größer als man bisher geglaubt hat, wie dies z. B. die Untersuchungen von *J. O. Sopp* (1912) über *Penicillium* zeigen.

Zoologische Mitteilungen.

Über das Prinzip der kürzesten Bahn in der Lehre von der Handlung schreibt *J. S. Szymanski* im *Biol. Zentralbl.* Bd. 37, Nr. 5. Sowohl die Tiere als auch die Menschen handeln in der Mehrzahl der Fälle derart, als ob der Ablauf der Handlung auf der kürzesten Bahn geschehe. Die Insekten putzen ihre Fühler in der mechanisch einfachsten Weise. Lange Fühler werden im großen und ganzen bei den Arten mit kauenden Mundwerkzeugen mit den Mundteilen geputzt, kurze Fühler dagegen mit den Vorderbeinen. Bei den Arten mit nichtkauenden Mundwerkzeugen werden sowohl kurze wie auch lange Fühler mit den Vorderbeinen geputzt. Wenn aber die kauenden Mundwerkzeuge klein und schwach ausgebildet oder die Fühler wenig biegsam sind, so putzen auch die Arten mit kauenden Mundwerkzeugen ihre verhältnismäßig langen Fühler mit den Beinen. Aber auch relativ kurze Fühler können mit den Mundteilen geputzt werden, wenn die Fühler am Ende Anschwellungen haben oder die Beine recht kurz sind. Ein Frosch reinigt die mit einer Säure betupfte Körperseite mit dem gleichsinnigen Hinterbein. Schneidet man aber dieses Bein ab, so entfernt er die Säure mit dem gegenüberliegenden Hinterbein. In ähnlicher Weise putzt die rote Waldameise ihr Fühlhorn mit dem gleichsinnigen Vorderbein. Ist jedoch das rechte Vorderbein amputiert worden, so faßt sie das rechte Fühlhorn mit dem Putzsporn des linken, also gegenüberliegenden Vorderbeines. Diese Ersatzbewegungen erfolgen also nicht wie die normal verlaufenden auf der kürzesten Bahn. Es genügt auch schon eine Schwächung des ganzen Organismus bzw. der Sinnesfähigkeit, um die Ausführung der Handlung auf der kürzesten Bahn zu verhindern. Bei schädigenden Einflüssen versucht der Organismus zunächst auf der kürzeren Bahn sich dem schädigenden Faktor zu entziehen, und erst wenn dies nicht von Erfolg begleitet ist, verrichtet das Tier eine andere Arbeit. Wenn man z. B. den Flügel einer Fliege mit einem Faden ein- oder wenige Male leicht streicht, so hebt das Tier das gleichsinnige Hinterbein und wischt den Flügel damit ab; wenn man aber mit den Berührungen fortfährt oder deren Intensität erhöht, so fliegt die Fliege davon. Oder wenn man den Rücken einer ruhenden Raupe mit einem Stäbchen leicht berührt, so krümmt das Tier den Vorderleib nach rückwärts und fährt mit dem Mund gegen die Reizquelle hin. Bei der fortdauernden Reizung des Rückens aber beginnt die Raupe entweder sich fortzubewegen oder fällt von der Unterlage herab. Das Prinzip der kürzesten Bahn ergibt sich ferner aus der Beobachtung verschiedener Ausbildungsgrade einer neu zu erwerbenden Gewohnheit bei gleichen Individuen im Verlaufe des Lernvorganges. Das Lernen des Pickens bei Küken und das Verhalten der Tiere bei entstehender Labyrinthgewohnheit lassen erkennen, daß die Tiere mit dem Fortschreiten der Vollendung in Ausführung einer Handlung auf immer kürzere Weise arbeiten, bis sie schließlich die Handlung nach vollzogenem Lernvorgang auf dem kürzesten Wege vollführen. Rationelle Handlungen werden in früheren Lebensjahren

nicht rationell, d. h. nicht auf der kürzesten Bahn ausgeführt. Erst mit fortschreitendem Alter kommt man darauf, wie gegebenenfalls rationell zu handeln wäre. So stellte sich heraus, daß beim Hinauskehren von Kieselsteinchen aus einem schneckenartigen Labyrinth erst die neunjährigen Kinder rationell handelten. In der gleichen Richtung bewegt sich die Vervollkommnung der Handlungen bei erwachsenen Menschen und in den aufeinander folgenden Generationen.

Schildkröten im Gebiete von Rovigno. Es gibt drei Arten von Schildkröten um Rovigno: eine Landschildkröte (*Testudo graeca* L.), eine Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis* [L.]) und eine Meerschildkröte (*Thalassochelys atra* [L.]). Thilo Krumbach hatte im Laufe der letzten acht Jahre wiederholt Gelegenheit, diese Tiere in der Gefangenschaft zu pflegen oder im Freien zu beobachten, und vermag daher das Bild, das die Literatur von ihnen entwirft, in einigen Zügen zu ergänzen. (Zool. Anz. Bd. 49, Nr. 3/4.) *Testudo graeca* kann um Rovigno nicht häufig sein. Diese Schildkröte ist auf die Ackerbaudistrikte beschränkt, wie aus ihrem Gefangenleben deutlich hervorgeht. Die 6 Stück, die Krumbach seit etwa 5 Jahren im Garten der Zoologischen Station hält, sind immer nur im sonnigsten Teile des Gartens zu finden. Nahezu sieben volle Monate des Jahres bringt die griechische Landschildkröte in tiefem Schläfe unter der Erde zu. Sie erwacht, sobald im ersten Drittel des Frühjahres die Erdtemperaturen sich bis zu 1 m Tiefe ausgeglichen haben; und sie vergräbt sich von neuem, sobald die Sonne die Kraft verliert, die oberste Erdschicht am wärmsten zu erhalten. Sie erscheint also in der letzten Woche des April und verschwindet wieder in den letzten Tagen des September. Sie ist daher in Istrien etwa an dieselben Temperaturen gebunden wie die Singzikaden, und ihr Kommen und Gehen, ihr Wachen und Schlafen stellt sich als eine Funktion der Sommerwärme dar. Mitte Mai beginnt die Paarung. Um Mitte Juni laufen die Weibchen unruhig hin und her und beginnen Gruben zu scharren zur Unterbringung der Eier. Sie legen sich dabei flach auf den Erdboden und kratzen zunächst mit den Hinterbeinen einen flachen Trichter aus. Dann treiben sie einen kurzen Tunnel nach vorn, indem sie abwechselnd mit dem linken und dem rechten Bein die Erde unter der Körpermitte auflockern und nach hinten wegschieben. Anfang August waren die ersten Jungen da. Die Schildkröteneier sind außerordentlich empfindlich gegen Berührung. Aus einem Ei, das man einmal mit der Hand aufgenommen hat, schlüpft nie mehr ein Junges aus. Unter den Pfinglingen Krumbachs befand sich zwei Jahre hindurch ein Stück, das vordem gegen zwanzig Jahre in der Wohnung einer Witwe gelebt hatte. Dieses Tier maß in der Rückenwölbung 24 cm und war so an den Umgang mit Menschen gewöhnt, daß es auch im Garten fortgesetzt um Nahrung bettelte und namentlich mit Frauen gern auf und ab spazierte. — Die Sumpfschildkröte tritt viel zeitiger im Jahre auf als die Landschildkröte und dauert auch wesentlich länger aus als diese. Man hat sie Krumbach bereits im März gebracht, und andererseits ist sie ihm noch Mitte Oktober im Freien begegnet. In der Zoologischen Station Rovigno lebte einmal ein Exemplar, das über Jahr und Tag in dem damals ganz trocknen Garten zugebracht hatte und immer nur nach Regengüssen erschien, bis ihm die Freiheit wiedergegeben wurde. Wovon es gelebt hat, ist rätselhaft geblieben. Ein in rovinneser Schildkröten auftretender Blutparasit,

Haemogregarina stepanovi ist mehrfach Gegenstand eingehender Bearbeitung gewesen. Die Rückenschalen der im Palù, einem großen Brackwassertümpel südlich Rovigno, erbeuteten *Emys* waren hinten immer reichlich mit Algen besetzt, was gelegentlich zur Zerstörung der Hornhaut geführt hat. Krumbach fand am Palù öfter Schalen, deren Bauchschilder durch Nagezähne aufgebrochen und gänzlich zerstört waren. Ob Muriden oder Arvicolen die Täter gewesen sind, ließ sich an den Zahnspuren nicht genau erkennen; aber in der Wanderratte oder in der Wasserratte ist sicher der Feind zu erblicken. — Der Seeschildkröte ist Krumbach auf dem Meere selbst noch nie begegnet. Doch kann sie in der nördlichen Adria nicht selten sein, denn Marineflieger haben sie sehr oft beobachtet. Sie ist ein sehr geschickter und vorsichtiger Schwimmer, dem die bisherigen Fang- und Beobachtungsmethoden nicht recht beikommen können. Der Leiter der Zoologischen Station Rovigno regt daher an, daß der wissenschaftliche Beobachter der Meereswelt sich auch des Flugzeugs zur Erforschung seines Jagdgebietes bediene.

Über die Herkunft der Knochenfische (Teleostier) bringt P. A. Dietz im Zool. Anz. Bd. 49, Nr. 3/4 eine vorläufige Besprechung. Der Autor befürwortet die Annahme, daß die Teleostier aus dem Süßwasser stammen und erst sekundär in das Meer übergegangen sind, wo sie allerdings zu einer ungeheuren Formentwicklung gelangten. Beim Übersehen des Systems der Teleostomen tritt hervor, daß nahe dem Ursprung nicht nur des Teleostomenstammes überhaupt (Ganoiden), sondern auch des Teleostierstammes (Physostomen) sowie der Acanthopterygier (Perciformes) und wahrscheinlich der noch in unsicherer Stellung verharrenden Cateostomen (Gasterosteii) Süßwasserfische stehen. Dietz glaubt der Bedeutung dieser Tatsachen am besten durch die Annahme gerecht zu werden, daß die Teleostomen aus elasmobranchienähnlichen Formen hervorgegangen sind, die aus dem Meere in die Gewässer des festen Landes übergingen. Vielleicht war dieser Übergang der direkte Anstoß zum Einschlagen einer ganz neuen Richtung, und es mag wohl eine gruppenweise Artbildung in ganz großartigem Maßstabe stattgefunden haben. So entstanden die vielgliederten Stämme, die man früher als Ganoiden zusammenfaßte; diese schickten ab und zu einige Zweige ins Meer zurück, ohne jedoch dort zu einer allzu reichlichen Entfaltung kommen zu können. In den Gewässern des trocknen Landes entstanden zu gleicher Zeit die Teleostier, die den Mutterstamm der Ganoiden allmählich verdrängten. Auch das neue Volk der Knochenfische versuchte zu wiederholten Malen das Meer zurückzuerobern, was ihm teilweise auch gelang, wie die wenigen das Meer bewohnenden Familien der Malacopterygier beweisen. Die Mehrzahl dieser Auswanderer war jedoch gezwungen, um standhalten zu können, sich in die Tiefen des Meeres zurückzuziehen, wo sie noch Gelegenheit zu reichlichster Entfaltung der bizarrsten Formen vorfanden. Der „große Wurf“ gelang jedoch nicht eher, als bis, immer noch in der Abgeschiedenheit der süßen Gewässer, die Teleostier sich zu höheren Acanthopterygoiden oder speziell percidenähnlichen Formen emporgearbeitet hatten. Erst damals glückte es, das hohe Meer endgültig für den ihm ursprünglich fremden Stamm der Teleostier zu erobern, dessen Zweige sich in erstaunlicher Fülle und Mannigfaltigkeit entwickeln konnten, wie dies in unseren jetzigen Meeren der Fall ist. Eine Bestätigung seiner Ansicht sieht Dietz in gewissen physiologischen

Befunden. Nach den Untersuchungen *Dekhuysens* besteht ein fundamentaler Gegensatz zwischen der osmotischen Konzentration des Blutes der Elasmobranchier einerseits, der Teleostier andererseits. Bei jenen ist sie sehr hoch und stimmt ungefähr mit derjenigen des Meerwassers überein; bei den Knochenfischen ist sie weit geringer und der Blutkonzentration der süßwasserbewohnenden Amphibien gleichzustellen. Und zwar gilt dies sowohl für die marinen als auch für die sich im Süßwasser aufhaltenden Teleostier.

Wie entstehen die Gamskugeln? Diese Frage beantwortet *M. Merk* im „*Zoologischen Beobachter*“ Jahrgang 58, Nr. 2/3. Der Gams leckt sich sehr häufig die „Decke“; das Hären bei ihm erstreckt sich rastlos und langsam stetig über das ganze Jahr, und so hat der leckende Gams das ganze Jahr über mit der Möglichkeit zu rechnen, Haare in die Verdauungswege zu bekommen. In der Brunft leckt der Gamsbock sehr eifrig die Geiß an verschiedenen Körperstellen, und so können auch auf diesem Wege Haare in den „Äser“ gelangen. Eine dritte Möglichkeit ergibt sich aus dem Beleckten der Kitz durch die Geiß. Die Haare von der „Decke“ eines frisch gesetzten Kitzes sind feucht und kleben bei ihrer zarten und seidigweichen Beschaffenheit leicht zusammen. Aber auch die straffen und verhältnismäßig harten Haare vom Altgams müssen sich verfilzen, sobald sie in die Verdauungswege durch das Lecken gelangen. Sie werden eingespeichelt, mit anderen unverdaulichen Gemeingteilen vermischt, machen die Magenbewegungen, die mit dem Wiederkäuen zusammenhängen, mit, werden gedreht, gerieben, geknetet und poliert. Bei der Äsung von Latschen kommen dem Gams Rindenstückchen, Harzteilechen und ähnliche unverdauliche Dinge in das Geäße, daneben hartstielige Pflanzenteile, verholzte Stengel, die befiederten Samen vom Almrügei, *Pulsatilla alpina*, *Clematis*samen, bei der Pilzäsung allerlei Stengel- und Nadelzeug und sonstiges hartes Gekrümel, das sich dann mit „Pech“ und Haaren vermengt und mit ihnen verklebt, verfilzt und gerieben wird. So entstehen die Gamskugeln, die die Größe einer Walnuß bis zu der eines Hühnerreies erreichen. Sie sind keine pathologische Erscheinung, sondern fanden sich bei Stücken, die sich ganz munter ästen und in jeder Weise bekundeten, daß sie völlig gesund waren.

Über das „Knacken“ bei einigen Paarhufern, besonders beim Rentier, handelt ein Aufsatz von *E. Mohr* im *Biolog. Zentralbl.* Bd. 37, Nr. 4. Die Rentiere bringen beim Laufen eigentümlich knisternde oder knackende Geräusche hervor, die viele Meter weit zu hören sind. Über das Zustandekommen dieses Knackens ist man sich bisher nie recht klar gewesen. *Brehm* glaubte zunächst annehmen zu dürfen, daß es von dem Zusammenschlagen des Geäßers herrühre, überzeugte sich aber bald von der Unrichtigkeit dieser Ansicht. So blieb ihm nur die Annahme übrig, daß das Geräusch im Innern des Gelenkes entsteht, ähnlich wie wenn wir einen Finger anziehen bis er knackt. Diese Ansicht verfochten auch die Lappen, die *Brehm* in Norwegen befragen ließ, sowie die norwegischen Forscher. Ein Versuch, den man gemacht hat, sprach freilich dagegen. Man wickelte einem Rentier Leinwand um Hufe und Afterklauen und vernahm dann nicht das geringste Geräusch mehr. *Mohr* stellte fest, daß das Knacken der Rentierfüße beim Aufheben ge-

schieht und versucht folgende Erklärung: Im Verhältnis zu anderen Hirschen bilden beim erwachsenen Rentier die Phalangen mit dem Metacarpus einen weniger stumpfen Winkel, wodurch das Tier tiefer gestellt, kurzbeiniger erscheint als andere Hirsche. Die Klauen klaffen weit auseinander, was dem Tiere von Vorteil sein mag bei dem Begehen der Schnee-, Sumpf- und Tundraflächen seiner Heimat. Beim Niedersetzen des Fußes werden die Phalangen gegen den Metacarpus so weit gebogen, daß zwischen diesem und jenen durch Überspannung der Synovialhaut ein luftleerer Raum entsteht. In dem Augenblick, in dem das Tier den Fuß wieder zu heben beginnt, entspannt sich die Synovialhaut, durch den äußeren Luftdruck wird das Synovialfett plötzlich gegen die Hartteile des Gelenkes gepreßt und verursacht so durch das Aufschlagen des Fettes das Geräusch. Daß das Knacken aufhört, wenn man dem Tiere Leinwand um die Füße wickelt, kommt daher, daß durch den Verband einerseits der Fuß im Gelenk so weit eingeeengt, gefestigt und steil gestellt wird, daß er sich nicht so weit senken kann, um einen luftleeren Raum entstehen zu lassen, andererseits aber auch die Weichteile um das Gelenk so eingeeengt und zusammengepreßt werden, daß diese gleichfalls die Funktion nicht auszuüben imstande sind, die das Knacken beim Rentierfuß hervorrufen. Eine Stütze seiner Ansicht ergab sich für *Mohr* aus einer Beobachtungsreihe am Rentierkalb. Im Zoologischen Garten zu Hamburg wurde am 19. Mai 1916 ein solches geworfen. Es lief vollständig geräuschlos. Als es etwa einen Monat alt war, wurde die Fußstellung gezeichnet. Die Zehenglieder setzten fast in gerader Linie an den Metacarpus an, und die Klauen waren fest geschlossen. Beim Niedersetzen des Fußes wurde der Winkel zwischen Phalangen und Metacarpus nur unwesentlich spitzer. Es war also gar keine Gelegenheit, die für das Knacken erforderlichen Vorbedingungen zu schaffen, und das Tierchen lief lautlos. Am 29. Juli ließ sich zunächst am Vorderfuß ganz vereinzelt ein leichtes Geräusch hören. In dem Maße als sich die Füße des Rentierkalbes immer mehr senkten, trat das Knacken immer deutlicher und mit immer größerer Häufigkeit auf und erreichte im Oktober dieselbe Regelmäßigkeit wie beim erwachsenen Tiere. Die ganze Entwicklung des Fußes hatte also etwa fünf Monate gedauert. Das frühere Auftreten des Geräusches an den Vorderfüßen erklärt sich daraus, daß diese, wohl infolge der stärkeren Belastung, sich schneller entwickeln als die Hinterfüße. — Stark knisternde Hirsche sind außer dem Rentier der Elch und der nordchinesische Davidshirsch oder Milu. Beide bieten in der Fußstellung das gleiche Bild wie das Rentier; dagegen stehen die Elenantilope und das Mähnschaf, die ebenfalls knacken, zu steil, als daß für sie die beim Rentier erörterten Verhältnisse zutreffen könnten. Hier muß ein anderer Erklärungsversuch gemacht werden, den *Mohr* vorläufig nicht zu geben vermag. Auch ist es ihm noch völlig unklar, welche Bedeutung das Knacken für das Tier hat. Zweckmäßig dürfte es kaum sein. Bei Rentier, Elch und Milu ist es zweifellos Begleiterscheinung zur Anpassung ans Gehen auf weichem Grunde, bei der Elenantilope und beim Mähnschaf eine Folge der Belastung. Die Körperlast läßt die Hufe etwas auseinanderklaffen und größere und sicherere Stützflächen gewinnen, und je nach der Größe des Körpergewichtes ist auch die Stärke des hervorgerufenen Geräusches verschieden groß.

W. May, Karlsruhe.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 35.

31. August 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Lothringer Eisenerze und ihre Bedeutung im Krieg und Frieden. Von *Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau*. S. 553.

Die Ergebnisse der neueren Forschung über Atom- und Molekularwärmen. Von *Privatdozent Dr. Erwin Schrödinger, Wien*. (Schluß.) S. 561.

Besprechungen:

Becher, Erich, Die fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen und die Hypo-

these eines überindividuellen Seelischen. Von *E. Küster, Bonn* und *Otto Braun, Münster i. W.* S. 567.

Lundegårdh, Henrik, Physiologische Studien über die Baumarchitektonik. Von *E. Küster, Bonn*. S. 568.

Fitting, Hans, Die Pflanze als lebender Organismus. Von *E. G. Pringsheim, Halle*. S. 568.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Unsere Friedensziele

Von

D. Dr. Otto von Gierke,

Geh. Justizrat, o. ö. Professor der Rechte
an der Universität Berlin.

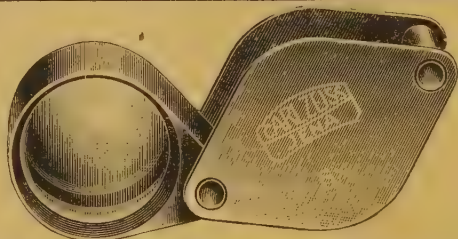
Preis M. 1.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für

Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG



WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

Die Lothringer Eisenerze und ihre Bedeutung in Krieg und Frieden.

Vortrag, gehalten an der Westfront im Auftrage der wirtschaftlichen Aufklärung Metz.

Von Geh. Bergrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau.

1. Geologisches Vorkommen, Abbau und Verteilung der Erze.

Das reichste Eisenerzlager Europas, ja wahrscheinlich der ganzen Erde, liegt in der Westhälfte der lothringischen Stufenlandschaft, die nach dem kleinen Kreisort (früher sous-préfecture) Französisch-Lothringens als das Plateau von Briey (ausgesprochen Bri) bezeichnet wird. Der schmale, zu Deutschland gehörende Streifen dieser Hochfläche im Westen der Mosel, vor allem aber der unmittelbar mit ihm zusammenhängende französische Anteil birgt die ausgedehnten, überall mehrere Meter mächtigen Schichten eines rogensteinartigen (oolithischen), phosphorhaltigen Brauneisenerzes, das allgemein als Minette bezeichnet wird.

Um etwa 300 m erhebt sich der höchste nordöstliche Teil der Hochfläche über die etwa 150 m hohe Moselebene. Hier im Nordosten greifen die Eisenerzlager nach Luxemburg hinüber, während Belgien nur mit einigen hundert Hektar an dem Reichtum teilnimmt. Die gesamte Fläche der bauwürdigen Erze umfaßt nach Kohlmann¹⁾ 70—80 000 ha; davon entfallen 40—50 000 ha zwischen Longwy und dem Ornental auf das französische Département Meurthe et Moselle, 27—28 000 ha auf Deutsch-Lothringen und 2500 ha auf das Großherzogtum Luxemburg.

Auf einer von Metz¹⁾ aus ziemlich genau westwärts ziehenden, die Grenze verquerenden Linie nimmt die Mächtigkeit und der Eisengehalt der Minette derart ab, daß sie für bergmännische Gewinnung nicht mehr in Frage kommt; nach einer Unterbrechung von etwa 30 km werden dieselben Schichten in der Gegend von Nancy noch einmal bauwürdig. Doch läßt sich die Bedeutung dieses isolierten Vorkommens nicht mit dem nördlichen, zwischen Conflans, Briey und Longwy auf der französischen, zwischen Metz, Fentsch, Deutsch-Oth und Differdingen auf deutscher Seite liegenden Erzreviere vergleichen.

¹⁾ Ich entnehme die folgenden Angaben der ausgezeichneten Abhandlung des Kaiserlichen Bergrats Dr. Kohlmann (Diedenhofen) „Die neuere Entwicklung des lothringischen Eisenerzbergbaues“, Stahl und Eisen, Düsseldorf 1911, Nr. 11, 12 und 14.

Die Minette führenden Schichten treten am Fuß des ziemlich steilen Abfalles der Hochfläche von Briey gegen das Moseltal zutage. Die Entstehung der Senke des Moseltales beruht auf der leichten Zersetzbarkeit der tonigen Schichten des Unterjura oder Lias, der Steilabfall auf der größeren Härte des kalkigen Mitteljura oder Dogger. Die Minette selbst gehört dem unteren Dogger, der Steilabfall dem vorwiegend kalkigen Mittel-dogger an.

Das flache, nur 2—3° betragende Einfallen der gesamten Schichten nach SW entspricht der Neigung des gesamten Gebirges nach der Isle de France, d. h. nach Paris, das in der Mitte der sanft geneigten nordfranzösischen Mulde liegt. Dagegen deutet das Auftauchen immer älterer Schichten nach Osten und Nordosten auf das alte Gebirge hin, in dessen Mitte der deutsche Rhein dem deutschen Meere zufließt. Demnach ist im Untergrund des Landes so wenig wie an dessen Oberfläche eine „natürliche Grenze“ vorhanden. Nur der politische Einfluß, d. h. die Macht, vermag die Zugehörigkeit des Grenzlandes Lothringen zu bestimmen, dessen großer Teil übrigens bis gegen das Ende des 18. Jahrhunderts zum alten Deutschen Reich gehört hat. Auch rein völkische Gesichtspunkte treten bei dem Versuch einer Grenzbestimmung angesichts des bunten, ganz vorwiegend italienisch gefärbten Gemenges (Fig. 5) zurück, aus dem sich die Industriebevölkerung des Brieybezirkes zusammensetzt.

Der untere, die Minettelager enthaltende Dogger beginnt am Fuß der durch Täler tief zerfurchten Hochfläche mit den Schichten der *Trigonia navis* und²⁾ des *Harpoceras Murchisonae*. Sandiger Mergel, der untere Mergel der Bergleute, unterlagert die Eisenerze und bildet den Unterteil der Zone der *Trigonia navis*; seine Mächtigkeit ist im Norden, wo er 20 m stark wird, größer als im Süden. Der sandige Mergel geht ohne scharfe Grenze in die eigentliche Minetteformation (= Oberteil der Zone der *Trig. navis*) über, in der die Erzlager mit mildem Sandstein, Kalk und Mergel wechseln. Die Mächtigkeit des Minettehorizontes ist in O und S mit 10—20 m geringer als im W, wo sie bei Aumetz — also nahe der Grenze — bis auf 60 m anschwillt; der Mittelwert ist etwa 50 m. Auch die Zahl der einzelnen Erzschiehten wechselt zwischen 1 und 10. Einen Mittelwert stellt das reiche Vorkommen von Hayingen mit 4 bauwürdigen Erzlagern dar.

Als Beispiel gebe ich 2 Profile, und zwar:

1. den Durchschnitt aus dem de Wendelschen Bergwerk Hayingen bei Diedenhofen und

2. aus dem Tagebau *Hussigny* der Grube Godbrange bei Longwy, wo das graue Lager in besonderer Mächtigkeit entwickelt ist.

Die zweite Übersicht gewinnt dadurch an Wert und Anschaulichkeit, daß durch die Umsicht der deutschen Grubenverwaltung auch die

nisse und Versteinerungen durch Jahrzehnte eingehend untersucht hat. Die folgenden zwei Übersichten zeigen zunächst die vollständigste Entwicklung der 10 übereinander lagernden Minneteschichten und sodann die Einteilung der gesamten Grenzhorizonte des Schwarzen und

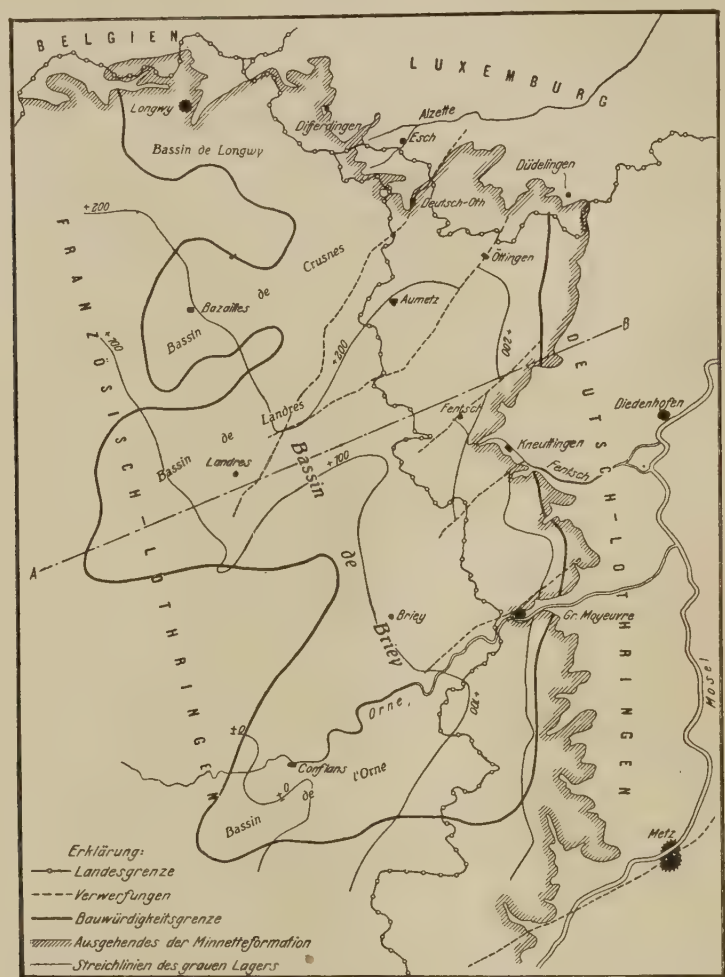


Fig. 1. Übersichtskarte des Minettereviers in Lothringen zu beiden Seiten der deutsch-französischen Grenze. Nach Kohlmann.

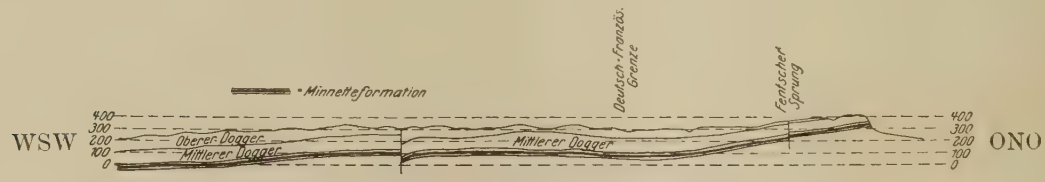


Fig. 2. Übersichts-Profil des Minettereviers nach Linie A—B. Nach Kohlmann.

genaue chemische Zusammensetzung jedes einzelnen Lagers beigefügt wurde.

Maßgebend für die Einteilung der Eisenerzlager Lothringens sind die geologischen Untersuchungen Beneckes¹⁾, der die Lagerungsverhält-

Braunen Jura in Lothringen, denen die entsprechenden Schichtengruppen Schwabens gegenübergestellt sind (S. 556, unten, rechts).

Die Erzlager¹⁾ sind lokale Bildungen, die nicht

¹⁾ E. W. Benecke, Überblick über die paläontologische Gliederung der Eisenerzformation in Deutsch-

Lothringen und Luxemburg. Besonderer Abdruck aus den Mitteilungen d. geol. Landesanstalt v. Elsaß-Lothringen Bd. V, Heft 3. Straßburg i. E. 1901, S. 145.

Allgemeine Übersicht der Lothringer Schichtenfolge.

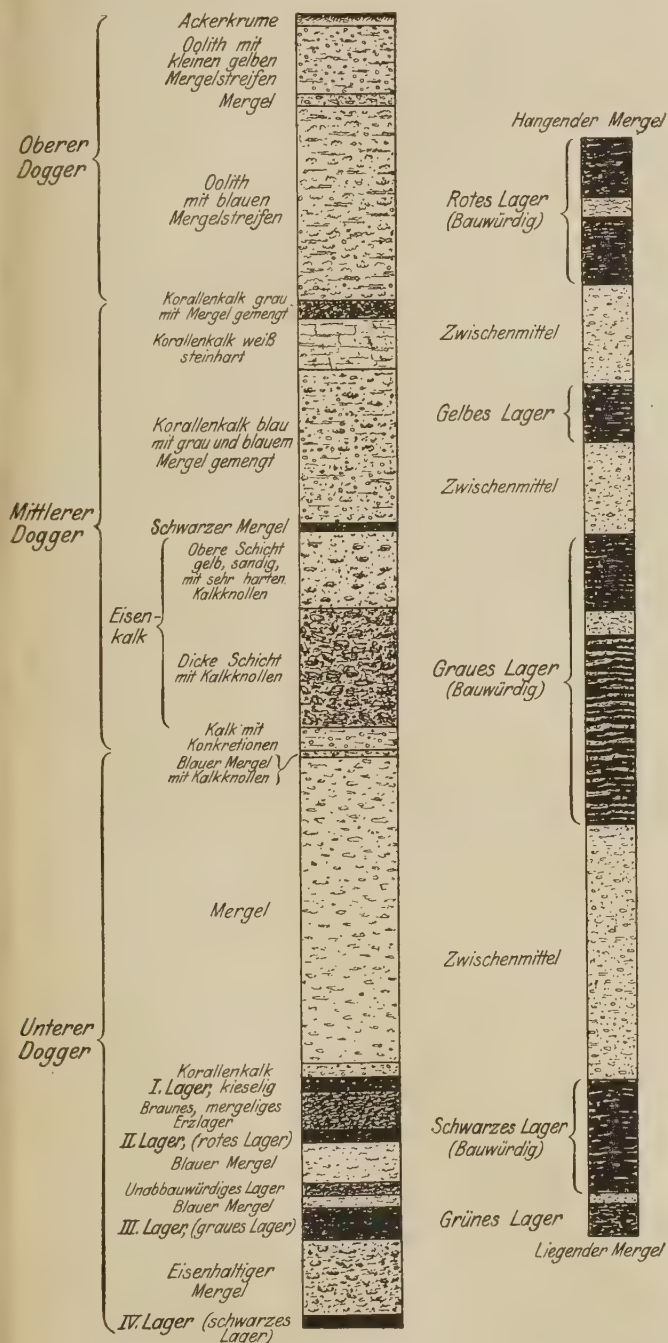
Bergwerk „De Wendel“, Hayingen bei Diedenhofen.

Südfeld, Luftschacht bei Rangwall.

Schnitt durch die Erzformation mit den überlagernden Doggerschichten.

Links: Gesamte Schichten,

rechts: Einzelgliederung der Erzlager.



einmal durch ein eng begrenztes Gebiet gleichartig anhalten. Zuweilen sind sie durch unbauwürdige Anhäufungen von Eisenoolithen angedeutet, zuweilen fehlt jede Spur derselben.

	Mächtigkeit	
Oberer Dogger	Ackerkrume 1,00	
	Oolith mit kleinen gelben Mergelstreifen 6,80	
	Mergel 1,20	
	Oolith mit blauen Mergel- streifen 19,35	
Mittlerer Dogger	Korallenkalk, grau, mit Mergel gemengt 1,65	
	Korallenkalk, weiß, sehr hart 5,00	
	Korallenkalk, grau, mit grauem und blauem Mer- gel gemengt 15,40	
	Schwarzer Mergel 0,60	
	Eisenkalk	Obere Schicht gelb, sandig, mit sehr har- ten Kalkknol- len 8,00
		Dicke Schicht mit Kalkknol- len 12,00
	Kalk mit Konkretionen . . 2,20	
	Unterer Dogger	Blauer Mergel mit Kalk- knollen 0,80
		Mergel (Wengader) 30,73
		Korallenkalk 1,44
I. Lager (kieselig) 1,32		
Braunes, mergeliges Erzlager 4,02		
II. Lager (rotes Lager) . . 1,35		
Blauer Mergel 4,07		
Unabbauwürdiges La- ger 1,10		
Blauer Mergel 1,35		
III. Lager (graueres Lager) 2,80		
Eisenhaltiger Mergel . . . 8,00		
IV. Lager (schwarzes La- ger) 0,80		

Bergwerk „De Wendel“ bei Diedenhofen.

Nordfeld.

Schnitt durch die Erzformation.

Hangender Mergel:

Rotes Lager (bauwürdig)	2,900
Zwischenmittel	2,050
Gelbes Lager	1,150
Zwischenmittel	1,850
Graues Lager (bauwürdig)	5,800
Zwischenmittel	5,200
Schwarzes Lager (bauwürdig)	2,270
Grünes Lager	

Liegender Mergel.

Über der Minette führenden Schichtengruppe mit ihren buntfarbigen Gesteinen folgt ein dunkelblauer, ziemlich reiner Mergel, der *hangende* Mergel der Bergleute¹⁾. Der 20—30 m

¹⁾ Vergl. Übersichtskarte der Eisenerzfelder des westlichen Deutsch-Lothringen, 1: 80 000, herausgege-

Geologische Beschaffenheit der Minetteformation in den Tagebauen Hussigny des Bergwerkes Godbrange bei Longwy.

	Mächtigkeit in Metern		Fe	SiO ₂	CaO
<i>Kalkige Minette</i>					
Oberer Kalk	2,86	{ a 0,41 b 1,20 c 1,25	21,20 27,90 23,70	6,70 12,60 13,86	29 19 22,40
Nebengestein	4,10	{ d 0,30 e 1,55 f 0,75 g 0,70 h 0,80	24,10 21,80 19,90 16,30 23,40	13,22 19,84 10,74 9,44 15,30	21,90 20,10 27,90 32,30 21,70
Kreuzgeschichteter unterer Kalk	2,65	{ i 1,30 j 1,35	33,70 15,70	10,30 6,62	14,40 34,50
<i>Kieselige Minette</i>					
Rotes Lager . .	5,53	{ k 1,40 l 0,72 m 2,81 n 0,60	28,— 33,70 34,— 29,80	11,60 17,76 16,74 19,82	19,40 9,10 10,70 13,50
Graues Lager .	3,33	{ o 1,53 p 1,80	29,— 30,10	21,04 18,16	12,10 14,10
Graues Lager .	3,43	{ q 2,22 r 0,41 s 0,80	36,60 23,60 28,70	22,10 16,86 15,10	4,70 20,20 8,90
Schwarzes Lager	2,76	{ t 1,40 u 1,36	41,10 41,10	12,60 15,60	6,10 4,50
Schwarzes Lager	0,85	{ v 0,50 v 0,35	39,70 31,90	19,10 16,70	4,— 12,—
Nebengestein .	0,08	w 0,80			
Grünes Lager .		x 1,50	37,40	18,—	5,—

ben von der Direktion der geologischen Landes-Untersuchung von Elsaß-Lothringen, 4. Aufl., Straßburg 1905. Hierzu: Verzeichnis der im westlichen Deutsch-Lothringen verliehenen Eisenerzfelder, 5. Aufl., Straßburg 1910. — Ch. Limpach, Carte industrielle du bassin-minier lorrain-luxembourgeois 1 : 50 000, Luxembourg 1908.

L. van Werveke: Profile zur Gliederung des reichsländischen Lias und Doggers und Anleitung zu einigen geologischen Ausflügen in den lothringisch-luxemburgischen Jura. — Mitteil. Geol. Landesanstalt von Els.-Lothr., Bd. V, Heft 3, 165—246, mit 15 Zinkographien und 5 Tafeln. Vergl. S. 244. — L. van Werveke, Bemerkungen über die Zusammensetzung und die Entstehung der lothringisch-luxemburgischen Eisenerze (Minetten). — Mitteil. Geol. L.-A. v. Els.-Lothr., Bd. V, Heft 4, S. 275—301. Vergl. S. 297.

Max von Kornatzki, Die Eisen- und Kohlenindustrie in Südwestdeutschland und den angrenzenden Staaten mit dem dortigen Eisenerzbau, 1 : 125 000, Charlottenburg 1912. — Über die in 1905 durch Betrieb erschlossenen Gebiete geben die Blätter Mettendorf und Metz der Karte der nutzbaren Lagerstätte von Deutschland Aufschluß. Diese Karten geben die Menge der Eisenerzförderung in 1905 für Lothringen zu 11 968 000 und

Reihenfolge der Hauptlager¹⁾ der lothringischen Minette:

Mächtigkeit in Metern	
1. { 2,4 Mittel, 2,0 rot-sandiges Lager,	
2. { 2,3 Mittel, 2,2 oberes rot-kalkiges Lager,	
3. { 2,5 Mittel, 3,3 { unteres rot-kalkiges Lager. rotes Lager von Esch,	
4. { 1,5 Mittel, 4,0 rotes Lager von Oberkorn.	
5. 2,3 gelbes Lager von Düdelingen,	
6. { 1,0 Mittel, 1,8 gelbes Lager, Algringen,	
7. { 5,3 Mittel, 4,0 graues Lager,	
8. { 2,2 Mittel, 3,4 braunes Lager,	
9. { 2,0 Mittel, 2,5 schwarzes Lager.	
10. 2,0 grünes Lager.	

Vergleich von Lothringen und Schwaben.

Lothringen	Erzlager		Schwaben
Kalkm. Belemn. gingensis und Gryphaea sublobata		Dogger	Zone des Hammatoceras Soerbyi
Hangender Mergel mit Knollen			
Sch. m. Harpoc. Murchisonae	Rot - sandiges Lager		Zone des Harp. Murchisonae
	Rot - kalkiges Lager	Lias	Zonen der Trignavis und des Lytoceras torulosum
Sch. mit Dumort. subundulata u. Lioc. opalinum	Rotes Lager (Oberkorn). Gelbe Lager und graues Lager (Dtsch. Oth, Esch)		
Sch. mit Dumort. Levesquei	Schwarzes Lager (Oberkorn)		Zone des Lytoceras jurense ¹⁾
Sandstein mit Harpoc. fallaciosum		Lias	
Tone m. Harpoc. striatum	Nach oben sandige Mergel (liegender Mergel) Nach unten Knollen		Zone der Posid. Bronni
Schichten mit Posidonomya Bronni	Nach oben Knollen Bituminöse Schiefer unten		
Schichten mit Amalth. spinatus			Zone d. Amalth. spinatus

für Luxemburg zu 6 595 860 Tonnen mit Werten von 32 190 000 und 13 211 000 Mark an.

¹⁾ Der Vergleich mit Schwaben ist nach Bencke nicht scharf durchzuführen, da in den dortigen wenig mächtigen Jurensischichten sowohl Dumortierien als auch Harpoc. striatum vorkommen.

mächtige hangende Mergel ist ebenso wasser- und durchlässig wie der liegende und sammelt daher die gesamten Wassermengen des klüftigen, kalkigen und daher durchlässigen Mittel- und Oberdoggers.

Die *Wasserhältnisse*, welche für die Kosten des Bergbaues ungemein wichtig sind, erscheinen insofern günstig, als die Minettegruppe von zwei undurchlässigen Mergellagern eingeschlossen wird. Nur die Sprünge oder Verwerfungen bahnen den über dem hangenden Mergel angesammelten Wassermengen den Weg in die zum Abbau vorgerichteten Strecken. Doch sind die von SW nach NO verlaufenden Sprünge weder besonders zahlreich noch tief einschneidend (wie das Profil erkennen läßt). Von den Verwerfungen besitzt der Deutsch Other Sprung mit 120 m das größte Ausmaß.



Fig. 3. Elektrischer Bohrbetrieb in Joudreville.
(Man beachte die hellen Kalkeinlagerungen.)

2. Zusammensetzung und Aufschließung der Erze.

Die Minette besteht chemisch und mineralogisch aus kleinen, mit dem Auge eben noch wahrnehmbaren Brauneisenstein- (Eisenoxydhydrat-) Körnern (Oolithen), die durch kalkiges, kieseliges oder toniges Bindemittel mehr oder weniger fest verkittet sind. Je nach dem Vorwiegen des Kalkes oder des Kiesels unterscheidet man die kalkige oder kieselige Minette. Beide sind bauwürdig; nur vorherrschender Ton macht das Erz zur Verhüttung ungeeignet. Die je nach der Beschaffenheit der Grundmasse wechselnde Härte der Minette ist stets geringer als die des Kalkes, was die Erzgewinnung wesentlich erleichtert. Selten ist das Minettelager rein, meist sind hell gefärbte Nester, Nieren oder unregelmäßig begrenzte Bänke von Kalk eingelagert. Die Zunahme des Kalkes bedingt eine Vertaubung, seine

Abnahme eine Veredelung, d. h. dasselbe Lager wird unbauwürdig oder bauwürdig.

Die regellose Zu- oder Abnahme des Kalkes sowie die oolithische, d. h. aus konzentrischen Lagen aufgebaute Zusammensetzung der Erzkörner lassen wohl keinen Zweifel darüber, daß das Minettelager gleichzeitig mit den übrigen Schichten des gleichen Verbandes, d. h. syngenetisch im Meere abgelagert worden ist.

Die Lager sind, wie L. van Werveke überzeugend nachweist¹⁾, eine Bildung des flachen küstennahen Meeres. Bäche und Flüsse führten eisenhaltiges Wasser zu, aus denen das Eisen sich in verschiedener Form niederschlug, als Karbonat, als Schwefelkies und Magnetit, in den oberen Lagern auch als Oxydhydrat.



Fig. 4. Elektrisch angetriebene Drehbohrmaschine mit angebautem Motor. (Die hellen Kalkanlagerungen im Minetteerz treten deutlich hervor.)

Aus der unregelmäßigen Beimengung von Kalk, der entweder ausgeschieden oder in dem Erze belassen wird, erklären sich die zum Teil widerspruchsvollen Angaben über den Eisenreichtum der einzelnen Lager und Gruben. Der ausgeschiedene Kalk, der bis zu 25 % Eisen enthalten kann, findet übrigens zum Teil als Zuschlag bei der Verhüttung kieseliger Erze Verwendung.

Die Bestandteile der bauwürdigen Minettelager schwanken, wie sich aus dem Vorstehenden ergibt, zwischen weiten Grenzen. Kohlmann gibt die folgenden Mittelwerte an:

¹⁾ Ergebnisse der geologischen Forschungen in Elsaß-Lothringen. Schriften der Wissenschaftlichen Gesellschaft in Straßburg. Heft 28. 1916. S. 47.

	Kalkige Minette	Kieselige Minette
Fe . . .	26—40 %	30—40 %
CaO . . .	8—20 %	4—10 %
SiO ₂ . . .	4—8 %	8—15 %
Al ₂ O ₃ . . .	2—6 %	2—8 %
P ₂ O ₅ . . .	1,5—2 %	1,5—2 %

Wie die Zusammensetzung der Minette, schwankt die Beschaffenheit der aus mildem Sandstein, Mergel, Kalk (Muschelkalk) bestehen-

den Zwischenlager (Zwischenmittel). Nicht nur bei dem Hauptlager, dem grauen Lager, sondern auch bei den hangenden Erzschieben ist der Kalk als Dach (Hangendes) häufig und wegen der leichten Abstützbarkeit erwünscht, dagegen ist das Auftreten des leicht verwitternden, brüchigen Mergels für den Abbau gefährlich.

Während die Zahl der überhaupt vorhandenen Erzschieben — wie erwähnt — von einem, dem stets vorhandenen grauen Lager, bis auf 10 steigt,



Fig. 5. Abbau mit dem Preßlufthammer. (Man beachte das typisch-italienische Aussehen der ganz rechts stehenden Arbeiter.)

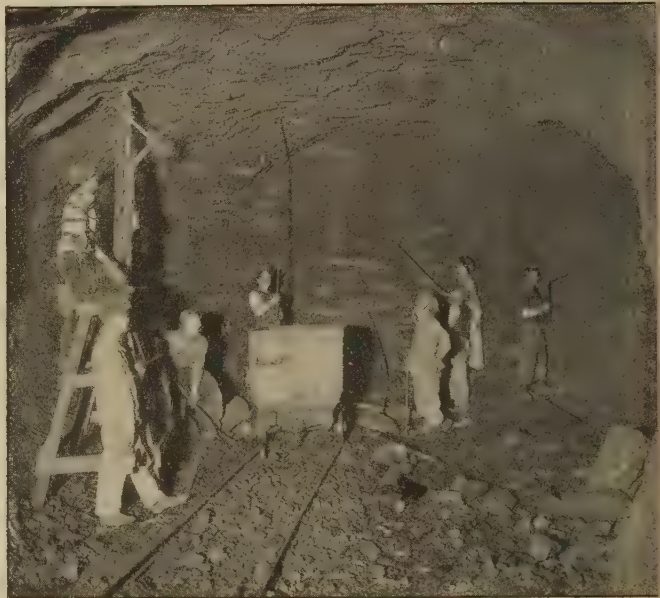


Fig. 6. Handbohrbetrieb im Minettelager. (Graues Lager.) Die schmalen, linsenförmigen, hellen Streifen zeigen den der Minette eingelagerten Kalk.



Fig. 7. Stützen des Daches mittels Stempels. Der „Stempel“ ist eine T-förmig gestaltete Holzstütze, welche das Dach des Erzlagers solange festhält, bis der Abbaubetrieb sein Ende erreicht hat. Nach Entfernung des gesamten Erzes geht die Strecke zu Bruche und die Tagesoberfläche senkt sich dementsprechend.

sind bauwürdige Lager durchschnittlich in der Zahl von 2 bis 4 vorhanden; ihre gesamte Mächtigkeit schwankt zwischen 4—6 m. Das graue Lager besitzt von allen die größte Verbreitung, die bedeutendste — allein bis 6 m ansteigende — Mächtigkeit und die günstigste Zusammensetzung. Die 6-m-Mächtigkeit findet sich nur im Bezirk von Briey, wo die „edle“ Minetteentwicklung in zwei Buchten nach SW vorspringt (s. Karte). Die Nordhälfte des Brieyreviers mit der breiten, nach W und SW vorspringenden Bucht ist der Bezirk von Landres und Joudreville, die Südhälfte mit der spitzen SW-Bucht der Bezirk der Orne mit Conflans, Droitaumont, Jarny, Homécourt und Joeuf. In Französisch-Lothringen ist das graue Lager südlich des Breitengrades von Diedenhofen kalkig, nördlich kieselig entwickelt. Hier unterscheidet man das zuletzt erschlossene, von dem Bache la Crusnes durchschnittene Bassin de la Crusnes im Süden und den älteren Longwybezirk längs der belgisch-luxemburgischen Grenze im Norden. Die Ausdehnung der Minette in dem verhältnismäßig spät erschlossenen Brieybezirk umfaßt 30 000 ha. Bis in die siebziger Jahre des

19. Jahrhunderts hielt man in Frankreich die Minette nur nahe dem Ausgehenden für bauwürdig, bis glückliche Bohrungen in Deutsch-Lothringen auch die Franzosen eines Besseren belehrten. Es ist also deutscher Unternehmungs-

gend) durch Stollen und nur zum Teil auch durch Tagebau, in den Jahren vor dem Kriege endlich das Crusnesbecken erschlossen.

Über dem grauen Lager findet sich z. B. bei Homécourt (Briey) das rote Lager, unter dem



Fig. 8. Schachtbau im Minette-Revier. (Gesamtansicht der Grube von Joudreville.) Das Bild gibt zugleich einen Begriff der Landschaftsform der Hochflächen von Briey und Landres, die nach Osten von dem Steilabfall gegen das Moseltal (Karlstollen), nach Südwesten von dem überhöhenden Steilrande der Côtes Lorraine (Verdun—St. Mihiel) begrenzt wird. Der Förderschacht setzt sich nach links in die Entladungsvorrichtungen und die Anschlußgleise der Bahn fort, welche den Massentransport der Erze ermöglichen. Der *Schachtbetrieb* kennzeichnet die Hochfläche, der *Stollenbetrieb* den Fuß des Steilabfalles zum Moseltal.

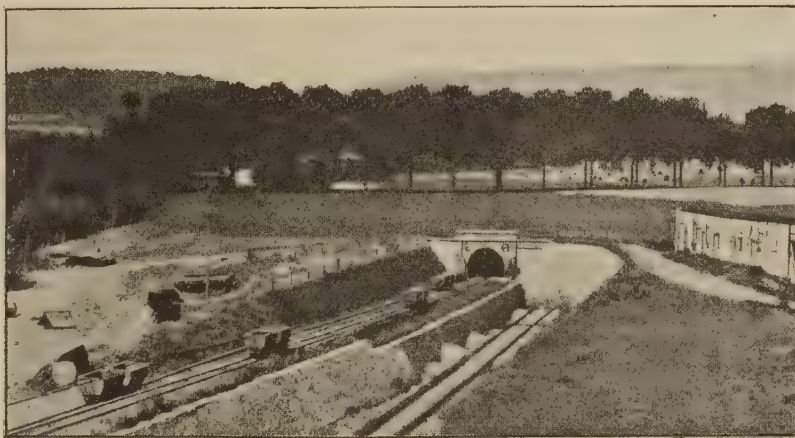


Fig. 9. Stollenabbau im Minette-Revier. Mundloch des Carlstollens der Grube Röchling im Moseltal am Fuß des Steilabfalls des Mittel- und Ober-Dogger, als Beispiel des Stollenbergbaues auf Minette. Nach Kohlmann.

geist gewesen, der den Franzosen den Weg zu ihren verborgenen Schätzen gewiesen hat. Der ersten glücklichen Bohrung im Ornetal folgte allerdings das Ersaufen zweier Schächte, bis dann in den neunziger Jahren zwei weitere Gruben mit ihren Schachtbauten glücklicher waren. Dann wurden Briey und Landres (Joudreville) durch weitere Schächte sowie Longwy (letzteres vorwie-

Haupthorizont vielerorts das schwarze, grüne und braune Lager. Die beiden letzten liefern nicht unwesentliche Mengen kieseliger Minette, während das grüne Lager nur lokal (so bei Hayingen) Bedeutung besitzt (s. ob.). Darüber, daß Frankreich in seinem Departement Meurthe et Moselle mehr Erz besitzt als Deutsch-Lothringen, besteht kein Zweifel. Wie die unten wiedergegebenen

Zahlen beweisen, umfaßt von dem insgesamt mehr als 5 Milliarden Tonnen Erzvorrat der französischen Anteil einschließlich Nancy gut $\frac{3}{5}$, aber auch nur zwischen Longwy und Briey—Conflans knapp $\frac{3}{5}$ der gesamten Vorratsmenge.

Auch die Zusammensetzung der französischen Erze wird im allgemeinen günstiger beurteilt als die der deutschen. So sagt Bergassessor *Krecke*¹⁾:

Durchschnittsgehalt von 27 bis 31, die französischen 33 bis 37 %, also im ganzen 6 % mehr.

Auch *Kohlmann*¹⁾ gelangt nach vorsichtiger Abwägung aller Tatsachen zu dem Schluß: „Französisch-Lothringen besitzt also mehr und besseres Erz als Deutsch-Lothringen.“

Da nun andererseits Frankreich auch vor dem Verlust seines nordfranzösischen Kohlenreviers,



Fig. 10. Hauptförderstrecke in der Grube Joudreville.



Fig. 11. Arbeiterwohnungen der Grube Joudreville.
Beispiel einer modernen, d. h. besseren Anlage der Arbeiterhäuser mit Gärten.

„Das graue Lager im Bassin de Briey hat ein Erz von ausgezeichneten Eigenschaften für den Hüttenbetrieb und übertrifft in seinem Durchschnittsgehalt, der nahe an 40 % herankommt, die Erze Deutsch-Lothringens und Luxemburgs nicht unerheblich.“ Nach den französischen Fachschriftstellern besitzen die deutschen Erze einen

d. h. in Friedenszeiten nicht annähernd die Koks-kohlen besaß, um seine massenhaften Erze zu verhütten, haben trotz der Ungunst der französischen Berggesetzgebung²⁾ deutsche und belgische Hütten

¹⁾ 1911, Stahl und Eisen Nr. 11. (Sonderabdruck S. 7.)

²⁾ Frankreich gestattet die Erwerbung unbeschränkter Grubenfelder, während das Höchstmaß des Grubenfeldes in Deutschland 200 ha beträgt.

¹⁾ Glückauf 1910, S. 6.

in Frankreich Eigentum erworben. Von den französischen Mutungen standen schon 1911 nach *Kohlmann* 6000 ha zur Verfügung deutscher und 2500 ha im Besitze belgischer Hütten. Allerdings entfällt diese bedeutende Fläche fast ausschließlich auf südwestdeutsche Hüttengesellschaften. Von rheinisch-westfälischen Unternehmungen sind Hörde, Hoesch und Union an der 800 ha großen Konzession Jarny bei Conflans beteiligt; auch *Krupp* besitzt ein kleineres Grubenfeld.

Anderer Art ist die Beteiligung französischer Eigentümer an den Erzgruben Deutsch-Lothringens. Eigentliche französische Gesellschaften sind zwar in Deutsch-Lothringen nicht angesessen, aber der Hauptinhaber der großen Firma de Wendel — nebenbei ein deutscher Reserveoffizier — ist beim Ausbruch des Krieges nach Frankreich desertiert. Ihr deutscher Besitz unterliegt also von Rechts wegen der Beschlagnahme. Nun umfassen die Erzfelder der Firma de Wendel et Co. in Hayingen bei Diedenhofen 6712 ha, die der nah mit ihr verbundenen Firma de Wendel, Burbach Metz & Co. 5137 ha, mit zusammen weit über einer Milliarde Tonnen Erzvorrat! All dieser Reichtum liegt in Deutsch-Lothringen.

Welche Bedeutung hat nun dies reichste bekannte Eisenerzvorkommen der Erde für Deutschland im Weltkriege gewonnen? Es ist zuerst das Eisen als Machtmittel im allgemeinen (3), dann die Bedeutung von Longwy-Briey für Deutschlands Friedensindustrie und Waffenerzeugung (4), sowie endlich seine Wichtigkeit für unsere landwirtschaftliche Produktion und Volksernährung (5) zu erörtern.

(Schluß folgt.)

Die Ergebnisse der neueren Forschung über Atom- und Molekularwärmen.

Von Privatdozent Dr. Erwin Schrödinger, Wien.

(Schluß.)

3. Die Messungen von Nernst und Lindemann.

Eine eingehende Prüfung der Einsteinschen Theorie war selbstverständlich nur so möglich, daß man eine größere Zahl von Stoffen, insbesondere auch solchen, welche bei mittlerer Temperatur der Dulong-Petitschen Regel folgen, bei möglichst tiefen Temperaturen untersuchte. Dies ist für eine große Zahl fester Elemente und Verbindungen im Nernstschen Laboratorium in Berlin durch *Nernst*, *Lindemann* u. a. geschehen. *Nernst* war nämlich unabhängig von *Einstein* durch sein berühmtes Wärmetheorem — auf das näher einzugehen wir uns hier versagen müssen — ebenfalls zu der Schlußfolgerung geführt worden, daß der Energieinhalt und die Atomwärmen der Festkörper bei tiefen Temperaturen sehr klein werden müssen. Dieser anfangs überraschende Schluß hat sich nun bei der großen Zahl der bisher untersuchten Körper (feste Elemente und Verbindungen) ausnahmslos bestätigt.

Für den Diamanten ergeben sich z. B. die extrem kleinen Werte:

$$C_v = 0,03 \text{ bei } 86^\circ \text{ abs.},$$

$$C_v = 0,00 \text{ bei } 23^\circ \text{ abs.},$$

d. h. bei der letzteren Temperatur ist die zuzuführende Wärmemenge überhaupt nicht mehr meßbar, der Temperaturübergriff hat für diesen Körper bei 23° abs. seine Bedeutung verloren.

In den Fig. 2—4 ist der Verlauf der Atomwärme im Gebiete tiefer Temperaturen für einige Beispiele aus dem reichen Beobachtungsmaterial graphisch dargestellt. Den Fig. 2, 3 liegen Messungen aus dem Nernstschen Laboratorium, Fig. 4 Messungen von *W. H. Keesom* aus dem Kälte-laboratorium in Leiden zugrunde. Die Versuchskörper befanden sich in vollkommen luftleer gepumpten Glasgefäßen (um die Temperaturänderung durch Leitung und Konvektion zu verhindern), sie waren auch gegen Strahlung sorgfältig geschützt und durch flüssige Gase gekühlt. Die Zuführung der Wärme geschah auf elektrischem Wege durch einen in den Versuchskörper eingelassenen, stromdurchflossenen Draht; durch die Widerstandsänderung eines zweiten solchen Drahtes wurde die Temperatur gemessen. — In den Figuren stellen die Abszissen die Temperatur in Celsiusgraden (vom absoluten Nullpunkt an gemessen), die Ordinaten die Atom- bzw. Molekularwärme dar, in Bruchteilen des Höchstwertes ($3R$ bzw. für das zweiatomige KCl $6R$). Die schwarzen Punkte sind die gemessenen Werte.

Die ausgezogene Kurve ist jedoch nicht die Einsteinsche Formel (11) selbst, da *Nernst* und *Lindemann* gefunden haben, daß eine genaue Darstellung der Beobachtungen mit ihrer Hilfe nicht gelingt, wenigstens nicht für ganz tiefe Temperaturen. Hier gibt die Einsteinsche Formel durchwegs zu kleine Werte, wenn man Θ so wählt, daß der Anschluß für etwas höhere Temperaturen noch gut ist. Die folgende kleine Tabelle mag dies erläutern.

Tabelle 2.

(Kupfer).

T	Atomwärme		
	beobachtet	berechnet nach	
		<i>Einstein</i> $\Theta = 240$	<i>Nernst-Lindemann</i> $\Theta = 320$
88	3,38	3,31	3,37
33,4	0,538	0,234	0,600
23,5	0,223	0,023	0,155

Sie enthält in der ersten Spalte drei extrem tiefe Temperaturen, in der zweiten die beobachteten Atomwärmen des Kupfers, in der dritten die nach Formel (11) mit $\Theta = 240$ berechneten Werte. Es wäre natürlich nutzlos, durch Änderung von Θ eine bessere Übereinstimmung bei $T = 23,5^\circ$ zu versuchen, weil dadurch die leidlich gute Übereinstimmung bei $T = 88^\circ$ und höheren Werten der Temperatur zerstört würde. — Die letzte Spalte

ist nach einer Formel berechnet, die *Nernst* und *Lindemann* aufgestellt haben, und die in engem Anschluß an (11) lautet:

$$C_v = \frac{3R}{2} \left[\frac{(\Theta/T)^2 \cdot e^{\Theta/T}}{(e^{\Theta/T} - 1)^2} + \frac{(\Theta/2T)^2 e^{\Theta/2T}}{(e^{\Theta/2T} - 1)^2} \right] \quad (12)$$

wobei wieder:

$$\Theta = \frac{N h \nu}{R} \quad \dots \quad (8)$$

und N , h , R die bekannten Naturkonstanten, ν oder Θ eine den Beobachtungen anzupassende, für die Substanz charakteristische Größe ist, nämlich die Schwingungszahl ihrer Atome bzw. die daraus abgeleitete „charakteristische“ Temperatur¹⁾. Die Nernst-Lindemannsche Formel (12) ist in Fig. 1 durch die Kurve D (sehr angenähert) dargestellt und liegt auch den ausgezogenen Kurven der Fig. 2 und 3 zugrunde²⁾. Der Anschluß ist hier und ebenso in allen anderen Fällen, die wir hier nicht alle anführen können, ein vortrefflicher. Weniger befriedigend ist die *Deutung*,

die Ruhelage zurücktreibt (wie die Schwerkraft das Pendel, die Federkraft die Unruhe), von den anderen Atomen her, den Nachbarn, die *selbst auch wieder Schwingungen ausführen*. Diese Kraft wird also den mannigfaltigsten und unregelmäßigsten Änderungen unterworfen sein, so daß die Schwingungen nicht mit einer bestimmten Schwingungszahl stattfinden werden, sondern gleichsam eine Überlagerung eines ausgedehnten „Spektrums“ von Schwingungszahlen bilden werden. Die N.-L.sche Formel trägt dem *angenähert*

Rechnung, indem sie ν und $\frac{\nu}{2}$ gleichsam als Repräsentanten dieses Spektrums hervorhebt. Daß dieses rohe Verfahren ausreicht, muß freilich als ein Zufall bezeichnet werden. Oder besser gesagt, es wurde durch Geschick und Intuition gerade jene rohe Annäherung gefunden, welche durch die exakte Rechnung, wie wir sehen werden, kaum mehr übertroffen werden konnte.

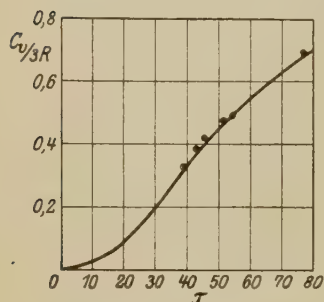


Fig. 2 (Silber $\Theta = 222$).

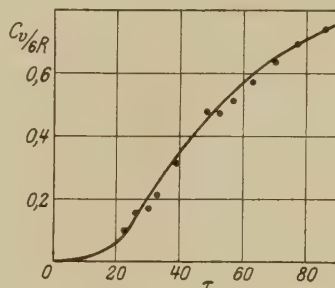


Fig. 3 (KCl, $\Theta_1 = 203$, $\Theta_2 = 232$).

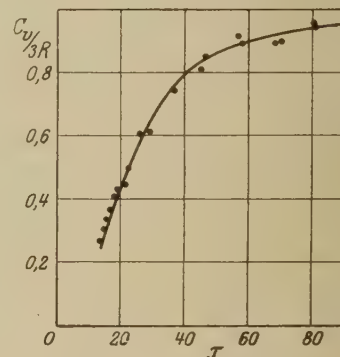


Fig. 4 (Blei, $\Theta = 88$).

welche die Verfasser dieser Formel gaben. Sie meinten nämlich, es werde nur die kinetische Energie in Quanten $h\nu$ ausgetauscht, die potentielle dagegen in *halben* Quanten $\frac{h\nu}{2}$. Wenn schon die Quantentheorie überhaupt etwas sehr Befremdendes hat und nur durch die ausgezeichneten Erfolge gestützt wird, die sie auf *allen Gebieten der Physik* beinahe täglich erringt, so war die zuletzt genannte Vorstellung völlig unannehmbar.

Dagegen hat *Einstein* selbst auf einen sehr plausiblen Grund für die guten Erfolge der N.-L.schen Formel gegenüber seiner eigenen aufmerksam gemacht. Die letztere würde nämlich dann richtig sein, wenn jedes einzelne Atom ungestört Pendelschwingungen mit *einer ganz bestimmten Schwingungszahl* ν ausführte. In Wirklichkeit rührt aber die Kraft, die es in

¹⁾ Selbstverständlich erhält man für Θ und ν verschiedene Werte, je nachdem man die Formel (11) oder die Formel (12) den Beobachtungen anzupassen sucht.

²⁾ Die Verbindung „Kaliumchlorid“ wurde dabei so behandelt, als würde es sich nicht um 1 Mol der Verbindung, sondern um je ein Grammatom der Konstituenten Kalium und Chlor handeln. Demgemäß sind auch zwei charakteristische Temperaturen Θ_1 und Θ_2 gewählt.

4. Die Theorie von Debye.

Es lag nun die Aufgabe vor, dieser Vielheit von Schwingungszahlen in exakterer Weise Rechnung zu tragen. Das Resultat war dabei vorgezeichnet, es mußte mit der Erfahrung und darum mit der Nernst-Lindemannschen Formel sehr nahe übereinstimmen. Es wurden zwei gangbare Wege gewiesen, der eine von *P. Debye*. Dieser läßt für einen Augenblick alle atomistischen Vorstellungen aus dem Spiel und betrachtet den zu untersuchenden festen Körper als Kontinuum im Sinne der Elastizitätstheorie. In der *Wärmebewegung* sieht er nichts anderes als eine *Überlagerung aller möglichen elastischen Eigenschwingungen* mit regellos verteilten Amplituden und Phasen. Hier wird das Problem zunächst völlig analog dem im Abschnitt 2 besprochenen Problem der Hohlraumstrahlung. Analog zu (6) findet *Debye* an einem Körper vom Volumen V

$$V F \nu^2 d\nu \quad \dots \quad (13)$$

Eigenschwingungen mit einer Schwingungszahl zwischen ν und $\nu + d\nu$. Dabei ist die Größe F , die an Stelle der Größe $\frac{8\pi}{c^3}$ tritt, eine Funktion der Dichte und der Elastizitätsmoduln, oder in

noch strengerer Analogie: eine Funktion der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten elastischer Longitudinal- und Transversalwellen in der betreffenden Substanz. Nach der Elastizitätstheorie wäre nun der Ausdruck (13) für alle, auch für beliebig hohe Schwingungszahlen gültig, und es wären — selbstverständlich — unendlich viele Eigenschwingungen vorhanden. Der atomistische Struktur des Körpers trägt nun *Debye* in der Weise Rechnung, daß er das durch (13) gegebene elastische „Spektrum“ nach oben hin nur soweit erstreckt, daß pro Grammatom $3N$ Eigenschwingungen erreicht werden. So gelangt er zu einer für den Körper charakteristischen *Grenzschwingungszahl*, sagen wir ν_m . Den $3N$ Freiheitsgraden, die unterhalb liegen, wird je der Energiebetrag (7) zugeschrieben, und die Summe der $3N$ Ausdrücke (7) (die jetzt, da Θ nach (8) mit ν variiert, alle verschieden sind) stellt den gesamten Wärmeinhalt des Körpers dar. Die Rechnung weiter im Detail zu verfolgen, würde den Rahmen dieses Aufsatzes überschreiten. Wir führen noch an, daß man aus (13)¹⁾ für die Grenzschwingungszahl ν_m den Wert findet:

$$\nu_m = \sqrt[3]{\frac{9N}{V\rho}} \quad (14)$$

Diese Zahl ν_m spielt in der Debyeschen Theorie in mancher Hinsicht eine ähnliche Rolle, wie früher die Atomschwingungszahl ν . Denn definiert man analog zu (8):

$$\Theta_m = \frac{Nh\nu_m}{R}, \quad (15^2)$$

so läßt sich zeigen, daß jetzt C_v wieder lediglich von T/Θ_m abhängt, also für alle Körper den gleichen Verlauf hat, wenn man T in Bruchteilen von Θ_m mißt. Der mathematische Ausdruck für C_v ist:

$$C_v = 3R \cdot \frac{d}{d\left(\frac{T}{\Theta_m}\right)} \left[3 \left(\frac{T}{\Theta_m} \right)^4 \int_0^{\Theta_m/T} \frac{x^3 dx}{e^x - 1} \right] \quad (16)$$

Der Verlauf dieser Funktion (16) ist es, welcher eigentlich durch die Kurve *D* Fig. 1 gegeben wird. Sie unterscheidet sich von der Nernst-Lindemannschen [s. Gl. (12)] merkwürdigerweise so wenig, daß eine getrennte Darstellung keinen Sinn hätte. Und nicht genug an dem, auch die Werte von ν nach *Nernst-Lindemann* und von ν_m nach *Debye* sind beinahe dieselben.

Von besonderem Interesse ist es aber, daß sich nach (14) und (15) ν_m und Θ_m aus den elastischen und Dichteigenschaften berechnen lassen. Schon *Einstein* und *Lindemann* hatten versucht,

¹⁾ Indem man (13) von 0 bis ν_m integriert und das Resultat gleich $3N$ setzt. V bedeutet jetzt das (durchschnittliche) Atomvolumen, d. i. Volumen eines Grammatomes.

²⁾ Θ_m ist also derjenige Wert von Θ , der zur Grenzschwingung ν_m gehört.

die charakteristische Schwingungszahl ν bzw. Temperatur Θ , die für den Verlauf entscheidend sind, aus anderen Körpereigenschaften vorauszusagen, zum Teil mit recht gutem Erfolg. Doch lieferten die von ihnen gegebenen Formeln entweder nur rohe Größenordnungen, oder sie enthielten noch einen empirisch zu bestimmenden Zahlenfaktor. Dies ist hier nicht der Fall. Die folgende kleine Tabelle:

Element	Charakteristische Temp. Θ_m	
	aus Atomwärme	aus Elast. konst.
Aluminium	396	399
Kupfer	309	329
Silber	215	212
Blei	95	72

zeigt den Grad der Übereinstimmung zwischen den Werten von Θ_m , die aus dem Verlauf der Atomwärmen entnommen bzw. aus den Elastizitätskonstanten berechnet sind. Nach diesem Erfolg kann über die Richtigkeit der Debyeschen Auffassung, wonach Wärme- und elastische Schwingungen wesentlich identisch sind, kein Zweifel mehr bestehen.

Auf einen weiteren Erfolg der Debyeschen Formel sei noch kurz hingewiesen. Für sehr tiefe Temperaturen ergibt sich nämlich aus (16) die überraschend einfache Beziehung, daß die Atomwärme C_v der dritten Potenz von $\frac{T}{\Theta_m}$ direkt proportional ist. So läßt sich aus einer einzigen Messung bei sehr tiefer Temperatur Θ_m mit erheblicher Genauigkeit berechnen, und man findet tatsächlich durchwegs Werte, die mit den oben gegebenen sehr gut übereinstimmen.

5. Die Raumgittertheorie.

Auf einem zweiten — sozusagen diametral entgegengesetzten — Wege haben *Born* und *v. Kármán* das Problem gelöst. Sie packen, wenn der Vergleich gestattet ist, den Stier bei den Hörnern, den *Debye* mit dem Lasso der Elastizitätstheorie einfängt. Sie entwickeln eine strenge *atomistische* Theorie des festen Körpers. Die Atome werden in Raumgitterpunkten angeordnet gedacht, Kräfte aufeinander ausübend, die der Entfernungsänderung zwischen Nachbaratomen proportional sind. Aus der genauen Durchrechnung dieses „Modells“ folgt nun *einerseits* das *elastische Verhalten*, *andererseits* als Überlagerung der Eigenschwingungen dieses räumlichen Punktgitters das *thermische Verhalten*. Für den Energieinhalt jeder Eigenschwingung von der Schwingungszahl ν bei der Temperatur T werden natürlich auch wieder die Gleichungen (7) und (8) herangezogen. Der Gesamterfolg ist ein sehr ähnlicher wie bei *Debye*; die Endformel schließt sich — analytisch vollkommen verschieden — praktisch der Nernst-Lindemannschen sehr nahe an. Auch deutliche Beziehungen zum elastischen Verhalten

sind vorhanden, wie bei *Debye*. Von ganz besonderem Interesse ist jedoch die bei einigen Substanzen sehr deutlich hervortretende Beziehung des thermischen zu ihrem *optischen Verhalten*, worauf wir zum Schlusse noch unser Augenmerk richten wollen.

Aus dem Verlauf des Brechungsexponenten für sichtbares Licht in Funktion der Farbe, das ist der Schwingungszahl desselben, kann man bei den meisten durchsichtigen Körpern auf das Vorhandensein von elektrisch geladenen Partikeln mit einer Eigenschwingungszahl im *Ultraroten* schließen; und zwar läßt sich diese Eigenschwingungszahl — eben aus der Dispersion — mit ziemlicher Sicherheit berechnen. Bei einigen Körpern, wie Steinsalz (NaCl), Sylvin (KCl), Flußspat (NaF) ist es aber sogar gelungen, solche Eigenschwingungszahlen *direkt* nachzuweisen, da diese Substanzen, wie zu erwarten, in der Nähe dieser Schwingungszahlen ein *ausgezeichnetes, auswählendes Reflexionsvermögen* besitzen. *Rubens* und *Hollnagel* haben durch wiederholte Reflexionen an solchen Kristallflächen einheitliche Wellenzüge von sehr viel niedrigerer Schwingungszahl als der des sichtbaren Lichtes isoliert und ihre Wellenlängen (bzw. Schwingungszahlen) an geeigneten (im Verhältnis zu den optischen sehr groben) Gittern gemessen.

Es war nun aus mancherlei Gründen wahrscheinlich, daß die genannten Ladungsträger die Atome des Körpers selbst sind. Und da die aus dem Verlauf der Atomwärmen berechnete „charakteristische“ Schwingungszahl der Atome in der Tat durchwegs in das ultrarote Gebiet fällt, so hat schon *Einstein* die Vermutung geäußert, daß sie mit jener optischen Eigenschwingungszahl identisch ist. *Nernst* hat dann in der Tat mit gutem Erfolg versucht, direkt die optisch gemessenen Schwingungszahlen zur Konstruktion der Atomwärmenkurve zu benutzen. Z. B. wurden die beiden charakteristischen Temperaturen $\Theta = 203$ und $\Theta = 232$, welche der ausgezogenen Kurve Fig. 3 zugrunde liegen, aus den *optischen* Eigenschwingungszahlen des Sylvins nach der oben erwähnten Formel:

$$\Theta = \frac{Nh\nu}{R}$$

berechnet. Wir brauchten dies früher gar nicht zu erwähnen, so gut schließt sich die Kurve den Beobachtungen an, *obwohl zu ihrer Konstruktion keinerlei thermische Messung am Sylvin verwendet wurde*.

Nun mußten wir freilich die Einsteinsche Theorie in ihrer einfachen Form als unhaltbar erkennen und auch in der Formel von *Nernst* und *Lindemann* nur eine grobe Annäherung erblicken. Ja, wir mußten von der Annahme einer ganz bestimmten Atomschwingungszahl abgehen. In der *Debyeschen* Theorie tritt nur mehr eine obere Grenzschwingungszahl ν_m auf, für die sich freilich zahlenmäßig immer derselbe Wert ergibt, wie

für das *Nernst-Lindemannsche* ν ; doch ist eine optische Wirksamkeit dieser oberen „Grenze“ nicht mehr recht einzusehen.

In diesem Punkte gewährt nun die *Born-Kármánsche* Theorie, welche die Schwingungen des Atomgitters im Detail verfolgt, besseren Einblick. Man gelangt hier nämlich — auf ganz verschiedenen Wege — ebenfalls zu Grenzschwingungszahlen, allerdings für jeden Körper nicht zu einer, sondern zu mehreren, entsprechend den verschiedenen Fortpflanzungsrichtungen im Gitter und den Arten (longitudinal und transversal) der möglichen Schwingungszustände. Diese Grenzschwingungszahlen bzw. ein Mittelwert aus ihnen bestimmen auch hier wieder, ganz ähnlich wie bei *Debye*, den Temperaturverlauf der Atomwärme. Sie lassen sich, wie bei *Debye*, mit Erfolg aus den Elastizitätsmoduln und der Dichte berechnen. Gleichzeitig stellt sich aber auch heraus, daß in der Tat diesen Grenzschwingungszahlen besonders ausgezeichnete Schwingungszustände entsprechen, welche den Charakter von Eigenschwingungen haben und — sofern die Atome Ladungen tragen — durch auffallende Licht- bzw. Wärmewellen zur Resonanz angeregt, Dispersions- und selektive Reflexionserscheinungen von der oben angeführten Art hervorrufen müssen.

Den Grad der Übereinstimmung der aus elastischen, thermischen und optischen Messungen berechneten Grenzschwingungszahlen wollen wir am Steinsalz zeigen. Aus den *Elastizitätsmoduln* und der *Dichte* berechnet man nach der *Born-Kármánschen* Theorie die 4 Schwingungszahlen: 5,45, 4,02, 3,65, 2,84 Billionen pro Sekunde. In der Nähe der *ersten* dieser Zahlen, nämlich bei 6,38 und 5,55 Bill./sec, finden sich *zwei Gebiete auswählender Reflexion*, während dem Mittelwerte der letzten drei (3,50) die Schwingungszahl 3,45 Bill./sec naheliegt, die aus der *Dispersion* berechnet wird. Der Verlauf der Atomwärme läßt sich mit der mittleren Schwingungszahl 4,61 Bill./sec sehr gut darstellen.

C. Die Atomwärme der Gase.

Wie unter A erwähnt, ist für Gase die Differenz $C_p - C_v$, die Volumänderungsarbeit, wegen der starken Ausdehnung beträchtlich größer als bei Festkörpern. Sie ist jedoch leicht berechenbar, wenigstens im sog. idealen Gaszustand, wo die Gleichung (3a):

$$pV = RT \quad (3a)$$

die Beziehung zwischen Druck p , Molekularvolumen V und absoluter Temperatur T darstellt. Denn in diesem Zustande üben die Moleküle keine merklichen Anziehungskräfte aufeinander aus, und die Volumänderungsarbeit ist lediglich Arbeit gegen den äußeren Druck p , und zwar ist sie, wie leicht einzusehen, gleich dem Produkt $p \times$ Volumzuwachs. Wenn man nun T bei konstantem p um 1°C erhöht, so wächst nach obiger Gleichung V um $\frac{R}{p}$, das genannte Produkt ist

daher einfach gleich R , der Gaskonstanten; wir haben:

$$C_p - C_v = R^1).$$

Diese Gleichung wird durch die Erfahrung in der Tat sehr angenähert bestätigt²⁾. Wir wollen daher im folgenden wieder stets nur von der Größe C_v sprechen, worunter wir aber jetzt die *Molekularwärme* zu verstehen haben, also die spezifische Wärme von N Molekülen. Doch haben wir zu unterscheiden, ob das Molekül aus 1, 2, 3 usw. Atomen besteht, das Gas, wie man sagt, ein-, zwei-, dreiatomig ist.

Für die Molekular- (= Atom-) Wärme C_v der einatomigen Gase folgt aus der Gibbs-Boltzmannschen Theorie ein mit der Erfahrung vollkommen übereinstimmender Wert unter der Annahme, daß die Atomoleküle sich wie Massenpunkte mit nur 3 Freiheitsgraden verhalten. Denn für die mittlere kinetische Energie dieser 3 Freiheitsgrade der fortschreitenden Bewegung folgt aus den Betrachtungen auf S. 540—541 ff. (bes. Gl. 4) der Wert:

$$3 f(T) = \frac{3}{2} \frac{R}{N} T$$

pro Molekül. Für N Moleküle also $\frac{3}{2} R T$, was

$C_v = \frac{3}{2} R = 3 \text{ cal}^\circ \text{C}$ ergibt. In der Tat hat nun *M. Pier* am *Argon*, das gleich den anderen inerten Gasen einatomig ist, die Atomwärme in dem Temperaturbereich von 273—2620° abs. konstant gleich 2,98 cal° C gefunden.

Von *zweiatomigen Gasen* haben wir bei mittleren Temperaturen *zwei Gruppen* zu unterscheiden. Die erste Gruppe, zu welcher Chlor, Brom, Jod gehören, hat eine Molekularwärme von $3 R = 5,95 \text{ cal}^\circ \text{C}$, also gerade doppelt so groß, wie bei einatomigen Gasen. Das ist aus dem Grunde befremdend, weil dieser Betrag, falls die beiden Atome eines Moleküls gegeneinander *beweglich* sind, von den 6 Freiheitsgraden der beiden Atome allein an *Bewegungsenergie* konsumiert wird; man sollte in diesem Falle aber doch auch noch einen Beitrag der *potentiellen Energie* erwarten, da die Atome mit Kräften aneinander gebunden sein müssen. *Boltzmann* hat angenommen, daß diese Atome gewisse Wirkungssphären haben, *innerhalb* deren sie sich in der Tat frei bewegen können, und daß wechselseitige Kräfte nur *beim Austritt* aus diesen Wirkungssphären auf sehr kurzen Strecken stattfinden. Sie würden sich also, solange sie beisammen sind, so verhalten, als wären sie mittels eines vollkommen biegsamen Bindfadens aneinander gekettet. Dies würde in der Tat den obigen Wert von C_v erklären. Angesichts der ziemlich

¹⁾ Unter C_p und C_v verstehen wir jetzt bei Gasen immer die *Molekularwärmen*. (Bekanntlich bestehen die Moleküle auch vieler *elementarer* Gase aus *mehreren* Atomen.)

²⁾ Die geringen Abweichungen sind unter dem Namen *Joule-Thomson-Effekt* bekannt und spielen eine Rolle bei der Gasverflüssigung.

komplizierten Verhältnisse bei hohen und tiefen Temperaturen, die wir sogleich kennen lernen werden und die heute noch keineswegs mit Sicherheit gedeutet sind, müssen wir jedoch diese Deutung *Boltzmanns* wohl noch zurückstellen.

Eine zweite Gruppe *zweiatomiger Gase* verhält sich bei mittleren Temperaturen so, als ob entweder 5 Freiheitsgrade nur Bewegungsenergie oder 3 Bewegungsenergie und *einer* beide Energieformen konsumieren würde. Sie haben nämlich

eine Atomwärme von $\frac{5}{2} R$ oder 4,96 cal° C. Hier-

her gehören die am besten bekannten Gase Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff. *Boltzmann* hat dies dahin gedeutet, daß hier die beiden Atome *starr* miteinander verbunden sind, so daß *Schwingungen der Atome gegeneinander überhaupt nicht* stattfinden. Von den 6 Freiheitsgraden des starren Moleküls sollen ferner nur die *drei* der fortschreitenden Bewegung und *zwei* Drehungen um zwei Achsen, die unter sich und zur Symmetrieachse senkrecht stehen, an dem Energieaustausch teilnehmen. Eine Drehung *um* die Symmetrieachse soll entweder überhaupt nicht stattfinden oder durch die Zusammenstöße nicht geändert werden (ebenso wie beim *einzelnen* Atom die *Drehungen* weder im festen noch im gasförmigen Zustand einen Beitrag zur Atomwärme liefern). Den im zweiten Teil dieser Arbeit entwickelten Anschauungen folgend, werden wir geneigt sein, die „vollkommen starre“¹⁾ Bindung *Boltzmanns* durch *sehr starke* Richtkräfte zu ersetzen, welche eine so *hohe* Schwingungszahl bewirken, daß der dieser Schwingung zukommende Energiebetrag [siehe oben S. 543, Gl. (11)] bei mittleren Temperaturen noch einen verschwindend kleinen Wert hat und keinen Beitrag zur Molekularwärme liefert. Wenn das richtig ist, so muß sich diese Schwingung bei genügend hohen Temperaturen geltend machen. *Dies zeigte sich nun in der Tat*. Die Molekularwärme des Wasserstoffs und des Stickstoffs, die bei Zimmertemperatur um 5 cal° C beträgt, nimmt für den Wasserstoff bei 2550° auf 5,72, für Stickstoff bei 2500° auf 5,93 cal° C zu. Der Verlauf läßt sich unter geeigneten Annahmen über die Schwingungszahl nach der Einsteinschen Theorie sehr gut darstellen.

Vielleicht von noch größerem Interesse ist das Verhalten des Wasserstoffes bei sehr tiefen Temperaturen, das *Eucken* untersucht hat. Fig. 5 zeigt zu den Temperaturen als Abszissen die Atomwärmen dieses Gases zwischen 35° und 300° abs. Temp. als Ordinaten aufgetragen. Augenscheinlich verschwindet der Einfluß der oben erwähnten Rotationen mit abnehmender Temperatur immer mehr und mehr, und *unterhalb* 50° abs. *verhält sich der Wasserstoff thermisch wie*

¹⁾ Für *B.* muß die Bindung wirklich *vollkommen starr* sein. bei *beliebig hohen* Richtkräften würde diese mögliche Schwingung noch ihren *vollen* Gleichgewichtswert RT konsumieren, erst bei „unendlich großer“ Richtkraft sprungsweise gar nichts mehr.

ein einatomiges Gas; es nehmen nur mehr die 3 Freiheitsgrade der fortschreitenden Bewegung merklich an der Wärmebewegung teil.

Dieses höchst auffällige Verhalten des Wasserstoffs läßt schlechterdings keine andere Deutung zu als die, daß wir im Sinne der unter *B* entwickelten Planck-Einsteinschen Theorie auch Drehungen als Schwingungen von bestimmter Schwingungszahl aufzufassen haben, wobei als Schwingungszahl jedenfalls die Zahl der Umdrehungen pro Sekunde anzusehen ist. Diese Auffassung ist nicht ganz so befremdend, wie sie im ersten Augenblick scheint. In der Tat würde ja ein rotierendes Molekül mit der Strahlung in Wechselwirkung treten, wenn z. B. seine beiden Atome entgegengesetzte elektrische Ladungen trügen. Wäre dies der Fall, so müßte sich der Planck-Einsteinsche Gleichgewichtswert für die Energie einstellen, weil es sonst mit der Strahlung nicht im Gleichgewicht sein könnte. Derselbe Wert muß sich dann aber auch bei der Wechselwirkung mit anderen Molekülen,

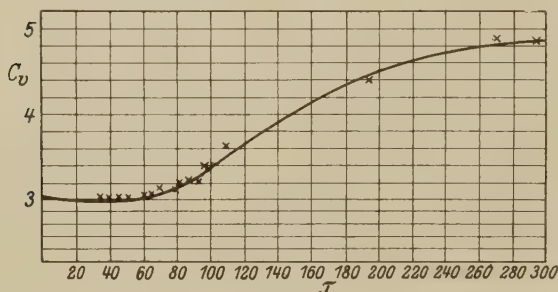


Fig. 5 (Wasserstoff).

wobei die Ladungen keine Rolle spielen, und folglich auch beim ungeladenen Molekül einstellen. Das Auffällige an der Sache ist nur, daß wir es hier nicht mit einem schwingenden Gebilde bestimmter Schwingungszahl zu tun haben, wie in allen früheren Fällen, sondern letztere, d. h. die Umlaufzahl, kann beliebige Werte annehmen.

Gerade dieser Umstand bietet nun auch bei der Durchführung dieses Gedankenganges einige Schwierigkeit. Wir können nämlich bei einer bestimmten Temperatur *T* den Gleichgewichtswert, der auf die 2 Freiheitsgrade der Drehung des Wasserstoffmoleküls entfällt, nach Gl. (7) und (8) erst berechnen, wenn wir die Umdrehungszahl *v* kennen. Diese selbst aber wechselt mit dem Betrag der Rotationsenergie. Es entsteht dadurch für die Fortführung der Theorie eine gewisse Freiheit, und in der Tat sind von Planck, Nernst, Ehrenfest, Einstein und Stern verschiedene Wege betreten worden, die alle zu einer mehr oder weniger guten Aufklärung des in Fig. 5 dargestellten Verlaufes der Molwärme des Wasserstoffs führen.

Wir wollen auf diese Verhältnisse nicht näher eingehen, da sie noch keineswegs geklärt sind. Nur auf einen wichtigen Punkt sei noch hingewiesen.

Der neue Gesichtspunkt, von dem aus wir auch die Rotation als eine Art Schwingung auffassen, welche an Bewegungsenergie nicht den Boltzmannschen Wert $\frac{1}{2} \frac{R T}{N}$, sondern nur die Hälfte¹⁾

des Wertes (7) annimmt, dieser Gesichtspunkt, sage ich, liefert uns erst eine sichere Begründung für die bisher durchgehend festgehaltene Annahme, daß sich das einzelne Atom wie ein Massenpunkt verhält, d. h. nur 3 Freiheitsgrade hat wie dieser und keiner Drehungen fähig ist. Diese etwas gezwungene Annahme, die durch den tatsächlichen Wert der Atomwärme der festen Körper und einatomigen Gase unumgänglich notwendig gemacht wurde, läßt sich jetzt nach Ausdehnung der Planck-Einsteinschen Theorie auf die Rotationen dahin modifizieren, daß Drehungen nicht unmöglich, die Trägheitsmomente der Atome aber außerordentlich klein sind. Denn sei *J* das Trägheitsmoment, *v* die Umdrehungszahl, also $2\pi v$ die Winkelgeschwindigkeit um eine Achse, so ist die kinetische Energie der Drehung bekanntlich $\frac{J(2\pi v)^2}{2}$. Damit diese Energie einen

bestimmten Betrag erreiche, muß *v* um so größer sein, je kleiner *J* ist. Wir müssen uns nun *J* so klein denken, daß (bei allen zugänglichen Temperaturen) schon zur Erreichung kleiner Bruchteile des Gleichgewichtswertes der Energie $\frac{1}{2} \frac{R T}{N}$ sehr hohe Umdrehungszahlen *v* erforderlich sind, und zwar so hohe *v*, daß die Energie nicht weiter wachsen kann, weil einer so hochfrequenten Koordinate nach den Formeln (7) und (8) nur ein verschwindend kleiner Bruchteil des Gleichgewichtswertes $\frac{1}{2} \frac{R T}{N}$ entspricht. Dann ist er-

klärlich, daß diese Drehungen der einzelnen Atome, da sie an der Wärmebewegung nur so schwach teilnehmen, keinen Beitrag zur Atomwärme liefern, so daß es den Anschein hat, als würden sie überhaupt nicht existieren.

Ganz dasselbe gilt natürlich bezüglich der Drehung um die Symmetrieachse bei einem Sauerstoff-, Wasserstoff-, Stickstoffmolekül im Gaszustand. Auch hier sehen wir, daß diese Drehung nicht merklich an der Wärmebewegung teilnehmen kann, da sie keinen Beitrag zur Molekularwärme liefert. In der Tat ist nun das Trägheitsmoment bezüglich dieser Achse (der Verbindungslinie der beiden Atome) einfach gleich der Summe der Trägheitsmomente der Atome, also doppelt so groß wie diese. Bezüglich einer dazu senkrechten Achse muß es, wie wir sahen, größere Beträge haben, und das ist ganz plausibel, wenn der Abstand zwischen den Atomen viel größer ist als die Lineardimensionen des Raumes, auf welchen der größte Teil der Masse des einzelnen Atoms konzentriert ist.

¹⁾ Die Hälfte, weil es eine potentielle Energie der Drehung offenbar nicht gibt.

D. Die Atomwärme flüssiger Körper.

Zum theoretischen Verständnis des Wertes und der Temperaturveränderlichkeit der Atomwärme von Flüssigkeiten sind bis jetzt kaum noch Ansätze vorhanden. Wir haben natürlich die Überzeugung, daß die Grundsätze und Anschauungen, zu denen die Untersuchung der Festkörper und Gase geführt hat, auch hier für den Verlauf bestimmend sein werden. Aber der Aufstellung einer brauchbaren Theorie stehen hier bedeutende Schwierigkeiten entgegen, u. a. die, daß uns die innere Struktur der Flüssigkeiten bis jetzt noch am wenigsten bekannt ist. Die Moleküle der Flüssigkeiten bestehen aus *verschiedenen*, zum Teil ziemlich hohen Atomzahlen, und das Zahlenverhältnis der verschiedenen Molekülarten wechselt mit der Temperatur in einer noch nicht genügend bekannten Weise.

Wir begnügen uns daher, hier festzustellen, daß die Atomwärme bzw. Molwärme im flüssigen Zustand sowohl bei Elementen als bei Verbindungen von derselben Größenordnung ist und sich in denselben Grenzen bewegt, wie im festen und gasförmigen Zustand. Mit zunehmender Temperatur nimmt sie meistens zu, oft sogar ziemlich stark, zuweilen aber auch ab (z. B. beim flüssigen Quecksilber).

Besprechungen.

Becher, Erich, Die fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen und die Hypothese eines überindividuellen Seelischen. Leipzig, Veit & Co., 1917. 149 S. Preis geh. M. 5,—, geb. M. 6,50.

Daß die Gallen der Pflanzen Gebilde sind, welche der Entwicklung des sie erzeugenden fremden Organismus förderlich sind und schon dadurch, daß sie einen Parasiten der Wirtspflanze fördern, für diese selbst schädlich sind, kann auch von demjenigen, der teleologischen Deutungen gegenüber Skepsis bewahren zu müssen für richtig hält, nicht bestritten werden. Auch nach Ausschaltung aller derjenigen Fälle, in welchen die Lust am Deuten und die Freude an der Konstruktion wunderlicher symbiotischer Beziehungen die Autoren alle Vorsicht und alles Maß haben vergessen lassen, bleiben noch genug Tatsachen übrig, die das „Entgegenkommen“ der Wirtspflanze ganz erstaunlich erscheinen lassen müssen. Mit ihnen vorzugsweise beschäftigt sich der biologische Teil des vorliegenden Buches, in dem der Verfasser zunächst seine Leser über die Art der Beziehungen zwischen Gallentier und Wirtspflanze aufklärt. Das Material für seine Darlegungen entnimmt er zumeist den in den letzten Jahren erschienenen Gallenlehrbüchern. Für die Beurteilung des Nutzens, den die Gallentiere von dem Zezidium haben, und des Schadens, der den Wirtspflanzen aus der Produktion der Gallen erwächst, sei noch nachgetragen, daß bei den „fakultativen Gallen“ Zezidozoen am Werke sind, deren zezidogene Kraft nicht selten — aus noch unbekannten Gründen — versagen kann; dann unterbleibt die Gallenbildung. Das Tier aber entwickelt sich dennoch — ein Umstand, der uns die Bedeutung, die vermeintliche Unentbehrlichkeit des mit der Galle für den Parasiten Gebotenen in besonderem Licht erscheinen läßt. Welchen Umfang der Schaden annimmt, der den die

Gallen tragenden Pflanzen aus der Produktion jener stoffreichen Wucherungen erwächst, ist schwer zu beurteilen; immerhin sei daran erinnert, daß selbst ein Übermaß von Zynipidengallenproduktion auch für schwächliche Wirtspflanzenexemplare nicht so deletär ist, wie die Ustilagogallen für den Mais oder gar die zur Gallenproduktion unfähigen Rostpilze für unsere Getreidearten.

Der zweite philosophische Teil des Buches sucht nach einer Erklärung für den seltenen und an den Gallen sinnfällig demonstrierten Fall „fremddienlicher Zweckmäßigkeit“. Die Schwierigkeiten, die der Erklärung des Zustandekommens dieser Art von Zweckmäßigkeit im Wege stehen, sind schon oftmals anerkannt worden. Verfasser geht die verschiedenen Prinzipien und Lehren, die eine Erklärung vermitteln könnten, der Reihe nach durch und findet weder in seinem „Ausnutzungsprinzip“ oder dem Zuchtwahlprinzip — noch im Lamarckismus und Psycholamarckismus, noch in Schopenhauers Lehre befriedigende Hilfe. Am ehesten verwertbar scheinen dem Verfasser *Bergsons* Gedankengänge zu sein; im Schlußabschnitt findet er, daß die Annahme eines *überindividuellen Seelenwesens*, das in den Wirtspflanzen und den Parasiten wirksam ist, die Erscheinungen der fremddienlichen Zweckmäßigkeit am besten erkläre.

Der Naturforscher wird von des Verfassers Ergebnissen schwerlich sich befriedigt fühlen können, da diese von Dingen sprechen, die naturwissenschaftlicher Forschung sich entziehen, andererseits auch mittelbar zur Forschung nicht anregen, vielmehr sogar zu einem vorzeitigen Verzicht auf erneute Inangriffnahme der Probleme verführen können. *E. Küster, Bonn.*

Über dies Buch muß neben dem naturwissenschaftlichen Fachmann auch der Philosoph urteilen, nicht, weil ein Philosoph es geschrieben, sondern weil sein Problem und dessen Lösung ein philosophisches ist. Das Tatsächliche an der Arbeit ist durch die Besprechung von *Küster* genügend gewürdigt und den Lesern mitgeteilt worden. Mit großer kritischer Vorsicht, die *Becher* in all seinen Arbeiten besonders auszeichnet, geht der Verf. dann vor, indem er alle möglichen Erklärungen für das Zustandekommen der fremddienlichen Gallenzweckmäßigkeit durchmustert. Nur einzelne Fälle der Zweckmäßigkeit erscheinen „entwicklungsmechanisch“ genügend erklärt — unsere Aufgabe aber ist es, die Gründe für die ganze Fülle der komplizierten Zweckmäßigkeiten aufzuweisen (S. 83). Da bietet sich uns das „Ausnutzungsprinzip“ dar — es leistet tatsächlich einiges zur Erklärung. Wie aber sollen wir das Auftreten ganz neuartiger Bildungen, die den normalen Wirtspflanzen vollkommen fehlen, begreifen? (S. 89). Wie sind die Pflanzen zu Potenzen für ganz fremdartige, anderen Wesen dienende Gebilde gelangt? Kann uns das Selektionsprinzip helfen? Nein, es versagt völlig — denn wie soll eine Selektion fremddienlicher Potenzen entstehen? Ist es etwa nützlich für die Pflanze, wenn sie die Galle in vielfacher Weise vor Tierfraß schützt? (S. 95, 101). Wir müssen uns an Lamarckismus und Psycholamarckismus wenden — aber auch sie bringen es bisher nur zur Erklärung selbstdienlich zweckmäßiger Reaktionen (S. 105). Begreifen aber müssen wir als denkende Wesen diese seltsame Erscheinung — darum müssen wir eine hypothetische Erweiterung des Psycholamarckismus wagen. Wir müssen annehmen, daß die Wirtspflanze es *lustvoll empfindet*, wenn eine ihrer „Probierreaktionen“ für den Parasiten zweck-

dienlich ausfällt. Bei dem innigen Zusammensein konnte sich der Protoplasmazustand des Wohlbefindens beim Parasiten auf den des Wirtes übertragen und ein Lustempfinden auslösen (S. 106, 108). Woher nun das Lustempfinden? Ein Versuch der Antwort führt uns weiter ins Hypothetische, weil Metaphysische — wer da *Becher* nicht folgen will, nun, der verzichtet eben auf den Versuch des Begreifens — das ist letzten Endes intellektuelle Temperamentsache. Aber man wird bei diesen kritisch abgewogenen Hypothesen nicht behaupten dürfen, daß sie die Forschung irgendwie beengen und hindern — im Gegenteil: jede gute Hypothese hilft der exakten Forschung, und diese ist „gut“, weil sie uns ein großes Tatsachengebiet einheitlich begreifen lehrt. Der Grund des „Altruismus“ der Wirtspflanze liegt vielleicht in dem Vorhandensein eines überindividuellen Seelischen, das in alle Einzelwesen hineinragt und sich in besonderen Fällen als Abgestimmtheit der Einzelwesen aufeinander kundtut. Da nur ein winziger Teil des höheren Seelischen in den Individuen lebt, so begreift sich die Beschränktheit der seelischen Faktoren in ihnen, und diese wieder erklärt die Dysteleologie (132 f.). Sehr richtig sagt *Becher*: „Man mag diese Hypothese aus theoretischen Gründen als zu wenig wahrscheinlich beiseite schieben; man wird sie nicht als metaphysisch oder mystisch prinzipiell ablehnen dürfen“ (140). Und aus den Geisteswissenschaften erwachsen dieser Hypothese gewaltigste Stützen, wie wir hinzufügen können. Drum sei das Philosophische in *Bechers* Werk dringend der Beachtung empfohlen.

Otto Braum, Münster i. W.

Lundegårdh, Henrik, Physiologische Studien über die Baumarchitektonik. (Kungl. Svenska Vetenskaps-Akad. Handlingar, Bd. 56, Nr. 3, Stockholm 1916 (in Kommission bei Friedländer & Sohn, Berlin). Preis M. 12.—.

Die vorliegenden Fragmente enthalten zahlreiche Beobachtungen über die den Habitus der Bäume und Sträucher bestimmenden Wachstums- und Verzweigungserscheinungen. Namentlich des Verfassers Betrachtungen über die Wachstumsrichtung der verschiedenen Teile eines Baumes und seine Versuche, die Entwicklungsmechanik der Kronenbildung usw. zu fördern, zeigen deutlich, wie wenig auf die hierbei angeschnittenen Fragen zurzeit noch geantwortet werden kann, und was für Schwierigkeiten der experimentellen Unterscheidung der durch Autotropismus, Geotropismus und autonastische Krümmungen bewirkten Wachstumserscheinungen im Wege stehen.

Das Studium der zwischen den Trieben eines Individuums bestehenden Korrelationen führt den Verfasser zu dem Satze, daß die Wirkungen der Zweige aufeinander sich nicht kontinuierlich äußern, sondern fast allein im Knospenzustand; „der Baum summiert während der Vegetationsperiode sozusagen alle Neuigkeiten und Verluste und macht während des Winters einen „Organisationsplan“ auf, welcher dann in seinen Hauptzügen während der kurzen Wachstumsperiode im Frühling befolgt wird.“

Ebenso wie diese Folgerung hätte z. B. auch die andere, daß im allgemeinen das Wachstum der Seitentriebe nicht im gleichen Maße von äußeren Bedingungen abhängt, wie das der Hauptsache, eine eingehende Erörterung verdient.

Die Phasen in der Entwicklung eines Baumes und einer Baumkrone werden dadurch bestimmt, daß jeder

Sproß eine große Periode des Wachstums durchmacht; die Periodizität ist eine autonome. Die Wandlungen, die z. B. das Profil eines Fichtenbaumes während seines Heranwachsens durchmacht, und andere Erscheinungen werden hierdurch erklärt, z. B. das Entstehen derjenigen Laubkronen, die nicht mehr von einem Hauptast beherrscht erscheinen, sondern den Eindruck einer Vielzahl miteinander wetteifernder Zweige machen und schließlich die Auflösung des Gesamtablaubwerkes in mehreren „Kleinkronen“ vorführen.

Von den Wachstum und Gestaltung der Bäume bestimmenden äußeren Faktoren wird namentlich der Wind wiederholt eingehend gewürdigt.

E. Küster, Bonn.

Fitting, Hans, Die Pflanze als lebender Organismus.

Jena, Gustav Fischer, 1917. 44 S. Preis M. 1,50.

In dieser akademischen Rede stellt *Fitting* nach einer geschichtlichen Einleitung die Gründe zusammen, die gegenüber der Auffassung, die in der Pflanze ein aus mehr oder weniger selbständigen Teilen bestehendes Ganzes oder einen „Zellenstaat“ sah, neuerdings mehr und mehr dazu geführt haben, die Gewächse als organische Individuen aufzufassen. Der Begriff des Einzelwesens, wie er von der Erscheinung des Menschen und der höheren Tiere abgeleitet war, paßte nicht auf die Pflanze, die nach Verlust beträchtlicher Teile weiterlebt, und deren abgeschnittene Zweige und selbst Blätter und Wurzelstücke vielfach unter günstigen Umständen sich zu neuen, vollkommenen Pflanzen ausgestalten können. Daher war es begreiflich, daß man die Gewächse bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts als „Gesellschaftsverbände von Zweigen“ ansah. Dem ist entgegen zu halten, daß zur Gesamtheit der Pflanze auch die Wurzeln gehören, die als Stecklinge behandelte Teile zwar neu bilden können, aber nicht von vornherein besitzen.

Ein Anstoß, die Pflanze nicht als ein Individuum, sondern als ein Aggregat anzusehen, wurde auch durch die Zellenlehre gegeben. Man sah in der einzelnen Zelle den „Elementarorganismus“. Das Leben der Pflanze, hieß es, spielt sich in den Zellen ab, die jede für sich ein Sonderleben führen und deren gegenseitige Beeinflussung sehr gering und unklar ist (*Schleiden*). Diese Wechselbeziehungen der Zellen, Gewebe und Organe, waren damals eben noch unbekannt und mußten erst genauer studiert werden, ehe ein Wandel in der Grundanschauung eintreten konnte.

Das geschah durch die Entdeckung der feinen Plasmafäden, die die Zellmembranen durchsetzen und Zellkörper mit Zellkörper verbinden, durch die Erforschung der Reizleitungsvorgänge bei den Pflanzen im Anschluß an *Ch. Darwin*, durch das Studium der Wechselbeziehungen zwischen den Organen, wie sie sich bei Versuchen über Regeneration und Transplantation, *Vöchting* und *Goebel*, offenbarten, und endlich durch die geistige Durchdringung aller dieser Probleme, wie sie *Pfeffer* in seiner Pflanzenphysiologie gelang.

So sehen wir heute in der Pflanze eine organische Einheit, als welche sie sich ja auch dem unvoreingenommenen Blicke dartut. Was die Teile verknüpft, sind teils Ernährungszustände, teils gegenseitige chemische Beeinflussung, teils Reizübertragungen im zusammenhängenden lebenden Protoplasma. Der Einzelteil, die Einzelzelle sind niemals ganz selbständig und erleiden bei der Herauslösung aus dem Ganzen Störungen, die vielfach selbst ihren Tod bedingen.

E. G. Pringsheim, Halle.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 36.

7. September 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Lothringer Eisenerze und ihre Bedeutung in Krieg und Frieden. Von *Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau.* (Schluß). S. 569.

Entomologische Mitteilungen:

Ueber einen Fall von Massenvermehrung des Kiefernspinners. Ueber die Eiablage des Aspenbocks. Von der Lebensweise der Skorpionsfliege. Die Fortpflanzung der Gallwespen.

Auffallende Färbung von Raupen des Pappelschwärmers. S. 576—579.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. S. 579—580.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die Grundlagen unserer Ernährung

unter besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit

von

Emil Abderhalden,

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität zu Halle a. S.

Mit 2 Textfiguren.

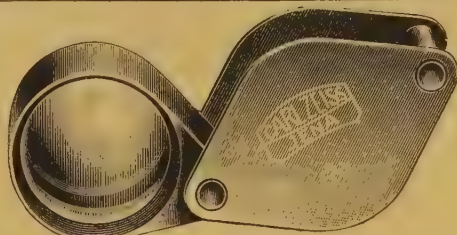
Preis M. 2.80.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für

Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG

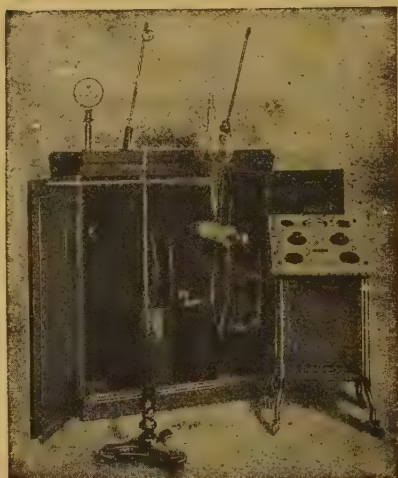


WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

Die Lothringer Eisenerze und ihre Bedeutung in Krieg und Frieden.

Vortrag, gehalten an der Westfront im Auftrage der wirtschaftlichen Aufklärung Metz.

Von Geh. Bergrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau.
(Schluß.)

3. Das Eisen als Machtmittel im Weltkriege.

Von sozialdemokratischer Seite ist vor einiger Zeit das Schlagwort: „Jeder trage seine Last, und alles werde, wie es früher war“ als erstrebenswertes Kriegsziel in die Welt gesetzt worden, ein Vorschlag, bei dessen Verwirklichung der nicht-besitzende wie der besitzende Deutsche zunächst eine Verdoppelung oder Verdreifachung der Steuern, letzterer außerdem noch die Abgabe eines nicht geringen Teiles seines Besitzes zu gewärtigen hat, um die ungeheuren direkten und indirekten Kriegskosten tragen zu helfen. Aber hiermit würden die Folgen des Verzichtfriedens nicht erschöpft sein. Die Nichterlangung einer Kriegsentschädigung würde nicht nur den Einzelnen ungeheuer belasten, sondern sie würde auch unser Betriebsvermögen stark angreifen und unheilvoll schwächen. Dann erschiene es ausgeschlossen, die tiefen Wunden, die der Krieg Deutschland geschlagen hat, wieder gutzumachen, seine frühere Wirtschaftsblüte wieder herzustellen, zumal wenn unser Hauptgegner England nicht wesentlich wirtschaftlich geschwächt aus diesem Kriege hervorginge. So könnte die Nichterlangung einer Kriegsentschädigung schließlich die Vernichtung deutschen Wohlstandes und deutscher Kulturbetätigung nach sich ziehen, sie könnte den wirtschaftlichen Zusammenbruch hervorrufen, der vor allem für unsere aufstrebende Arbeiterschaft von den verhängnisvollsten Folgen begleitet sein würde; Millionen unserer handarbeitenden Volksgenossen würden brotlos werden und so der Verelendung anheim fallen. Um dies alles zu verhüten, erscheint die *Erlangung einer großen Kriegsentschädigung* ganz unerlässlich, sei es in bar, sei es in der Verpflichtung zur Lieferung von Rohmaterialien, sei es in Erdschätzen.

Die Frage der Erlangung einer Kriegsentschädigung hängt nun allerdings nicht nur von unsern kriegserischen Erfolgen, sondern auch von der Fähigkeit unserer Feinde ab, sie zu bezahlen. An dieser Möglichkeit ist jedoch ein grundsätzlicher Zweifel um so weniger gestattet, als das von uns besetzte Feindesland einen ganz ungeheueren Wert darstellt, vor allem infolge seines Reichtums an Erdöl, Kohle und Erzen.

An der Erlangung einer Kriegsentschädigung scheinen also grundsätzliche Zweifel nicht gestattet zu sein — des weiteren aber auch deswegen nicht, weil die wirtschaftliche Macht Englands, der Reichtum Rußlands an Rohwaren und die Möglichkeit, auch diese Faktoren heranzuziehen, hier noch gar nicht berührt sind. Auf diese beiden wichtigen Möglichkeiten, uns schadlos zu halten, kann jedoch hier nicht eingegangen werden, sondern es sollen nur die Lothringer Eisenerzschätze, über die wir augenblicklich verfügen, auf ihre Bedeutung für die siegreiche Durchführung dieses Krieges, auf ihren Wert für uns und für unsere Feinde für jetzt und für alle Zukunft geprüft werden.

„Der Gott, der Eisen wachsen ließ,
Der wollte keine Knechte“,

so sang vor hundert Jahren *Ernst Moritz Arndt* — und es ist ein merkwürdiges Zusammentreffen, daß in dem dem Kriegausbruch vorangehenden Frühling ein französischer Gelehrter ein fachwissenschaftliches Werkchen über den Bergbau mit dem fanfarenartigen Worte schloß: „Frankreich hat das Eisen, Deutschland und England die Kohle.“ Die Geschichte hat beiden Gedanken trotz der Verschiedenheit der Völker und der Jahrhunderte Recht gegeben, aber zum Glück für uns hat der französische Ausspruch nicht mehr Gültigkeit: *Frankreich hat das Eisen Lothringens gehabt*, wir besitzen es, dank unserer tapferen Heere, seit den ersten Wochen des Krieges, und dieser auf dem besten Rechtstitel beruhende Besitz hat uns allein befähigt, das gewaltige Ringen — abgeschlossen von aller Welt — bis heute durchzuhalten. Ohne Eisenerz keine Waffen, ohne Waffen keine Kriegführung!

Deutschland besitzt zwar Eisenerzvorräte im berechneten Betrage von etwa 3,6 Milliarden Tonnen Erz¹⁾, aber die in den Tiefen des Erdinnern erbohrten Reichtümer können im Bedarfsfalle nicht mit beliebiger Beschleunigung abgebaut werden. Wäre das möglich, so brauchte ja Frankreich z. B. nur seinen Kohlenabbau im Süden entsprechend zu steigern, um den Ausfall im Norden zu decken. Auch Deutschland hat vor dem Kriege fast zwei Fünftel des Eisenerzes, die für die Herstellung seiner 19,3 Millionen Tonnen Roheisen nötig waren, einführen müssen. Und das war gut, denn ohne diese Einfuhr würde unser eigener nur für etwa 6 Jahrzehnte zu reichender Eisenerzvorrat noch schneller erschöpft werden. Im Augenblick des Kriegsbeginns hörte

¹⁾ Einschließlich der Minettvorräte in Luxemburg mit 250 Millionen Tonnen.

die Einfuhr auf, aber wenige Wochen später standen wir westlich von Metz in Briey und Longwy, und mit den reichen Gruben von Französisch-Lothringen konnte der bedeutende Ausfall allmählich gedeckt werden. Deutsch- und Französisch-Lothringen hatten vor dem Kriege ihre jährliche Eisenerzförderung bis auf über 40 Millionen Tonnen gesteigert. Jetzt ist der Ausfall für Frankreich, dessen gesamter Eisenerzbesitz auf 4,7 Milliarden Tonnen¹⁾ beziffert wurde, so bedeutend, daß nicht genug Erz gefördert werden kann, sondern daß vielmehr solches eingeführt wird. Denn von den 4,7 Milliarden sind etwa zwei Drittel in Französisch-Lothringen angehäuft²⁾.

Nach der Zusammenstellung des Herrn Dr.-Ing. Schrödter befinden sich seit 1914 von den französischen Bergwerken und Hütten in deutscher Hand: Eisenerzförderung (Lothringen!): 90 %, Roheisenerzeugung (Lothringen und Departement du Nord und Pas de Calais): 85,7 %, Rohstahlerzeugung: 75 %, Kohlenförderung: 68 %, Kokserzeugung (unentbehrlich für die Hochöfen): 78,3 %.

Lothringen besitzt demnach im Weltkriege die gleiche Bedeutung für die Waffen- und Munitionsherstellung, wie Oberschlesien im Sommer 1813. Aber die schlesischen Eisenerze sind jetzt so gut wie erschöpft, und die übrigen deutschen Vorkommen können nicht unmittelbar in großem Maßstab ausgebeutet werden. Die glückliche Verteidigung Deutsch-Lothringens und die unmittelbar folgende Eroberung des Departements Meurthe et Moselle (mit zusammen rd. 5 Milliarden Tonnen Erz) waren die Rettung unserer Waffenerzeugung, ja unserer Eisenindustrie. Es hat daher keinen Zweck, den Geldwert der bei Briey und Longwy lagernden 2,9 Milliarden Tonnen Erz auszurechnen — ihr Wert ist für uns einfach unschätzbar.

Denn unsere Lebensmöglichkeit ist mit dem *französisch-lothringischen Eisenerzgebiet von Briey-Longwy unlöslich verbunden*. Vor allem sprechen hier nicht nur die Fragen der Industrie, der Waffen- und der Munitionserzeugung mit; auch die *deutsche Landwirtschaft* hat ein *Lebensinteresse* an dem Nebenprodukt der die phosphorhaltige Thomasschlacke liefernden Hochöfen. Denn eines der wichtigsten mineralischen Düngemittel, die Phosphorsäure, kommt in den Lothringer Erzen vor und wird aus deren gemahlener Schlacke als sogenanntes Thomasmehl in großen Mengen hergestellt. Je mehr Lothringer Erz in deutschen Hochöfen verhüttet wird, um so mehr mineralische Düngemittel gewinnen wir für den deutschen Acker. Das ist besonders im Kriege wichtig, wo der sonst aus Nordafrika und Ozeanien

eingeführte phosphorsaure Kalk ausfällt. Nicht nur der *Waffenschmied* und der *Hüttenmann*, auch der deutsche *Landwirt* muß verlangen, daß wir *Briey* und *Longwy* behalten. (Vergl. unten.)

Aber selbst um nur den augenblicklichen Besitz, d. h. die Grenze des Frankfurter Friedens zu sichern, müssen die Grenzsteine nach Westen vorgeschoben werden. Die deutschen Gruben und Hüttenwerke liegen zum Teil unmittelbar an der Grenze, zum Teil nur wenig — höchstens bis zu 15—20 km — entfernt. Sie liegen also zum Teil schon im Bereich feindlicher Feldgeschütze, können aber sämtlich von schwerer französischer Artillerie zerstört werden, deren Einbau wir vor einem künftigen Kriege nicht zu hindern vermögen. Um also auch nur unseren jetzigen Besitz zu sichern, müssen wir ihn vermehren. Auch in dieser Beziehung findet sich eine merkwürdige Übereinstimmung mit den Franzosen: „Wirtschaftliche und militärische Bürgschaften sind beim künftigen Friedensschluß notwendig; das lothringische Erzbecken gehört zu den unumgänglich notwendigen wirtschaftlichen Bürgschaften“ — sagt ein französischer Schriftsteller (General Malleterre). Oder mit anderen Worten: *Das Lothringer Erzrevier muß in einer Hand sein*, da die jetzige Halbierung eine vollständige Zerstörung beider Hälften beim Beginn eines künftigen Krieges mehr als wahrscheinlich macht. Aber was die Franzosen erst erobern wollen, das halten wir fest in der Hand.

Wenn wir nun in Französisch-Lothringen das behalten wollen, was wir besitzen, so finden wir einen ganz unerwarteten Beistand, und zwar in der ostfranzösischen Schwerindustrie (dem Comité des Forges de France). Die französischen Hüttenleute halten — was ihnen von den eigentlichen Chauvinisten zum besonderen Vorwurf gemacht wird — eine „Befreiung“ Elsaß-Lothringens für einen schweren Fehler: denn Frankreich habe schon jetzt nicht genug Kohlen und Koks, um seine ihm bisher gehörigen Erze auszuschmelzen; es würde durch Vermehrung seiner Erzgruben nach der Meinung seiner Schwerindustriellen sogar in eine „außerordentlich bedenkliche Lage“ kommen. Denn die Erze allein nützen nichts, man muß sie auch verhütten können. Auch England war bisher bei der Erschöpfung seiner eigenen, besseren Lager auf Eisenerzeinfuhr sowie auf den Bezug der in Westdeutschland aus französischem Erz hergestellten Halbfabrikate angewiesen. Geben wir also Briey-Longwy an Frankreich zurück, so stärken wir unmittelbar unseren bösesten Feind: England.

Ein zukünftiger Krieg ist für Deutschland nur unter zwei Voraussetzungen möglich: Entweder wir beherrschen das Weltmeer und verfügen damit über jede Art der Zufuhr, oder wir behalten die jetzt besetzten Erzgebiete von Französisch-Lothringen.

Nur im Besitz des großen lothringischen Minettereviers hat Deutschland genügend Erz für

¹⁾ Also über eine Milliarde Tonnen mehr als die deutschen.

²⁾ Das von uns nicht besetzte Gebiet von Nancy besitzt von diesen zwei Dritteln nur 200 Millionen Tonnen.

Herstellung von Waffen und Munition im Kriege. Nur mit diesem Erzbesitz steht Deutschlands Eisenindustrie auch im Frieden auf eigenen Füßen! Briey-Longwy umschließen Entschädigungswert und Sicherung für die Zukunft¹⁾.

4. Die Bedeutung des lothringischen Eisenerzreviers für Deutschland.

Je näher das Ende des großen Weltkrieges heranrückt, um so mehr häufen sich die Erörterungen über die Kriegsziele und Friedensbedin-

sei. Dagegen möchte ein „Wirklicher Geheimrat“, der noch dazu seine Legitimation durch den Titel der Münchener Zeitschrift „Wirklichkeit“ unterstreicht, Briey-Longwy kurzer Hand aufgeben. Der internationale Sozialismus sucht wiederum in einzelnen Verlautbarungen die Zugehörigkeit strittiger Grenzgebiete von Volksabstimmungen abhängig zu machen. Gerade Briey-Longwy, eines der jüngsten Industriegebiete Europas, würde nun bei einer solchen Abstimmung höchst wunderbare Überraschungen bringen; denn die Mehrzahl



Fig. 12. Erzbehälter (Silo) in Verbindung mit Erzlager im Freien. Nach Kohlmann.



Fig. 13. Moderner Erztransport in den Erzbehälter (Silo).

gungen. Zufällig sind über eine der für Deutschland wichtigsten Fragen gleichzeitig zwei entgegengesetzte Äußerungen am gleichen Maientage 1917 in die Öffentlichkeit getreten: „Ein Arbeiter“ aus dem Schützengraben erklärt in den Berliner Neuesten Nachrichten, daß das Erzrevier von Briey-Longwy für Deutschland unentbehrlich

¹⁾ Eine vollständige Darstellung der genannten Machtmittel im Weltkriege, soweit sie bergwirtschaftlichen Ursprungs sind, also der Kohlen und der Erdölschätze, enthält die von der Breslauer Ortsgruppe des Unabhängigen Ausschusses herausgegebene Flugschrift, Verlag von Wilh. Gottl. Korn.

seiner Arbeiterbevölkerung ist weder französisch noch deutsch, sondern — italienisch. Die Franzosen nannten vor dem Krieg den Distrikt nicht anders als Klein-Italien, La petite Italie. Zu den Italienern kommen Polen, Marokkaner, im Norden des Gebietes Luxemburger und Belgier, während nur unter den höheren Bergbeamten und Obersteigern der deutsche Einschlag nicht unbeträchtlich ist. Als französisch wird man demnach die Industriebevölkerung des Grenzgebietes nicht bezeichnen können. Die deutschen Lehrerinnen und Lehrer, welche zur Zügelung der Jugend dort unmittelbar nach der Besetzung hingesandt

wurden, konnten jedoch bei der Jugend den Beweis erbringen, daß die deutsche Sprache gerade von diesem Völkergewirr recht gut und leicht zu erlernen ist.

In bezug auf den Grenzdistrikt macht der namenlose Wirkliche Geheimrat die kleine Einschränkung, daß ein schmaler „für die Sicherung von Metz“ unentbehrlicher Grenzstreifen aus militärischen Rücksichten zurückzubehalten sei. Aus dieser Einschränkung geht allerdings hervor, daß der Verfasser weder über die Lage von Metz, noch über die Tragweite moderner Festungsgeschütze unterrichtet ist. Dabei läßt die Tatsache, daß die Franzosen Briey und Umgebung ohne Schwertstreich schon am 10. August 1914 geräumt und niemals wieder zurückzuerobert versucht haben, auch ohne tiefere artilleristische und geographische Kenntnisse Rückschlüsse auf die Einflußsphäre der Festung Metz zu.

Ausschlaggebend sind jedoch vor allem die Ergebnisse der bergwirtschaftlichen Tatsachen. Sie zeigen, daß *Briey und Longwy* für Deutschland in Kriegs- und Friedenszeiten *unentbehrlich und unersetzlich* ist:

1. Deutschlands unterirdischer Eisenerzvorrat von 3,6 Milliarden Tonnen Erz = 1,3 Milliarden Tonnen Eisen und seine Roheisenproduktion ist trotz des scheinbaren Reichtums weder für die Anforderungen des Weltkrieges (insbesondere für Mitversorgung der Verbündeten) noch für die zukünftige Friedenszeit zureichend. Die Jahresproduktion erreichte 1913: 19,3 Millionen Tonnen Roheisen. Die *Erzförderung des Inlandes* betrug jedoch (nach dem Verein Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller) 1913 nur 35 941 000 t, enthaltend 11 541 000 t *metallisches Eisen*, die *Erzeinfuhr* 14 019 000 t, enthaltend 7 104 000 t Eisen¹⁾ im Werte von fast 240 Millionen Mark.

2. Die zurzeit verfügbaren Eisenerze Deutschlands würden unter Annahme der Produktion von 1913 im Laufe von etwa 6 Jahrzehnten²⁾ erschöpft sein. Infolgedessen haben wir bis zum Ausbruch des Weltkrieges jährlich etwa 2% der notwendigen Eisenerze, und zwar vorwiegend aus Übersee, eingeführt. Diese Quelle versiegte bei Kriegsausbruch, abgesehen von der nicht allzu ergiebigen Ostsee-Einfuhr aus Schweden. Da eine sofortige stärkere Inanspruchnahme der binnenländischen Bergwerke aus technischen Gründen unmöglich ist, hätten wir aus *Eisenmangel nach wenigen Monaten Frieden schließen müssen. Davor bewahrte uns das lothringische Eisenerz.*

3a. Ohne diese höchst wichtige Hilfe hätten die an Zahl und Arbeitsleistung ausreichenden deutschen Hochöfen den über Erwarten hohen Anforderungen der Heeresleitung nicht genügen können. Die Friedensförderung von 1913 betrug an Eisenerz in:

Briey	15 147 000 t
Nancy	1 598 000 t
Longwy	2 754 000 t
Luxemburg	7 331 000 t
Deutsch-Lothringen	21 136 000 t

Zusammen 47 966 000 t

Die Steigerung des Ertrages von lothringischem Minetteerz ist aus dem nebenstehenden Schaubilde zu entnehmen, das ich der maßgebenden Darstellungen *L. van Werveke* entnehme.

Infolge der schnellen Besetzung des Grenzstreifens Longwy—Longuyon—Etain blieb zunächst die Förderung Luxemburgs und Deutsch-Lothringens im Betrage von etwa 28½ Millionen Tonnen unberührt.

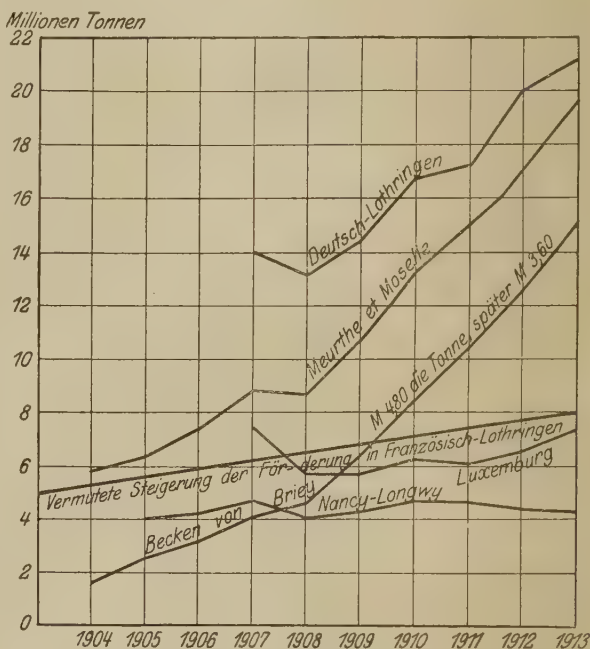


Fig 14.

3 b. Auch die Kriegsförderung in Briey-Longwy ist im dritten Vierteljahr 1916 auf über 3¼ Millionen Tonnen (0,78 Millionen, entsprechend einer Jahresleistung von 3¼ Millionen Tonnen) gestiegen und weiterer Steigerung — bei Zuführung genügender Arbeitskräfte — ohne weiteres fähig.

3 c. Die *deutsche Landwirtschaft* ist infolge der Möglichkeit einer Steigerung der Thomas-mehlerzeugung und infolge des Ausbleibens der Phosphateinfuhr von Übersee unmittelbar an der dauernden Erwerbung von *Französisch-Lothringen* interessiert.

4. Das bisherige deutsch-lothringische Erzrevier würde erst durch Hinausschiebung der Landesgrenze nach Westen gesichert werden; der räumlich wenig ausgedehnte Bezirk Briey war schon im Versailler Präliminarfrieden 1871 zu Deutsch-Lothringen geschlagen und wurde im Frankfurter Frieden aufgegeben. Da die

¹⁾ Die geringe Differenz beruht auf den vorhandenen Vorräten.

²⁾ Unter Annahme der — sehr wahrscheinlichen — Produktionssteigerung entsprechend früher.

deutsch-lothringischen Berg- und Hüttenwerke i. a. nicht weiter als 13 km von der Grenze abliegen, so könnten sie im Falle eines zukünftigen Krieges bei Belassung der Grenze an ihrer jetzigen Stelle durch Artilleriefuer aus vorbereiteten französischen Stellungen in kurzer Zeit zerstört werden; dadurch würde die deutsche Thomasstahlerzeugung und somit die erfolgreiche Führung des Krieges aufs äußerste gefährdet werden.

5. Zur Verhüttung der Erze stehen vor allem die in geringer Entfernung liegenden Saarkokohlen zur Verfügung.

6. Der Stärkung der deutschen Erz- und Eisenproduktion¹⁾ entspricht die gleichwertige Schwächung des feindlichen Frankreich: Briey-Longwy-Nancy besitzen zusammen $\frac{2}{3}$ des unterirdischen Erzvorrates von rund 4,7 Milliarden Tonnen (Longwy 300 Millionen Tonnen, Briey und Crusnes 2600 Millionen Tonnen, Nancy 200 Millionen Tonnen). Zur Verhüttung der eigenen Erze reichen schon jetzt die französischen Koks-kohlen nicht aus, und daher hat sich die ost-französische Schwerindustrie während des Weltkrieges unzweideutig gegen die Annexion Deutsch-Lothringens erklärt.

Der Eisenerzvorrat Frankreichs betrug vor dem Kriege:

in dem Bezirk Longwy-Briey-Nancy	3100 Mill. Tonnen
in dem Bezirk der Normandie	500 „ „
in den Bezirken Bretagne und Anjou	1000 „ „
in sonstigen Gebieten (Pyrenäen usw.)	100 „ „
Zusammen	4700 Mill. Tonnen

Der Bezirk von Longwy-Briey-Nancy enthält also von dem Gesamtvorrat von 4700 Millionen Tonnen 0,68 oder rund zwei Drittel. Trotzdem würde Frankreich nicht nur in Europa, sondern vor allem außerdem in Nordafrika weit mehr Eisenerz behalten, als es mit eigener Kohle verarbeiten kann.

7. England ist bei der Erschöpfung oder prozentualen Armut seiner eigenen Eisenerzlager auf Zufuhr von Übersee angewiesen; von diesen Zufuhrquellen ist Elba jetzt schon und Nordspanien (Bilbao) in wenigen Jahrzehnten erschöpft. Lassen wir Briey bei Frankreich, so stärken wir vor allem die englische Eisenproduktion.

8. Ein *Zukunftskrieg* mit seinen noch weiter gesteigerten Anforderungen an die Eisen- und Stahlerzeugung ist für Deutschland nur unter zwei Voraussetzungen durchführbar:

- a) ein unbeschränkter Beherrschung des Weltmeeres oder
- b) bei ungehindertem Besitz des französischen Minettebezirks.

¹⁾ Erzvorrat 1910/11 ermittelt: Deutsch-Lothringen 1841 Millionen Tonnen (1482 kalkige, 413 kieselige Minette), Luxemburg 250 Millionen Tonnen (je 125 kieselige und kalkige Minette).

Bei dem utopischen Charakter der einen und der Erreichbarkeit der anderen Voraussetzung erübrigen sich weitere Ausführungen.

9. Für einen zukünftigen Frieden bedeutet die Einbehaltung von Briey-Longwy beinahe eine Verdoppelung der eigenen Eisenerzvorräte, die somit unter der obigen Voraussetzung für mindestens ein Jahrhundert ausreichen würden, sowie eine erhebliche Vermehrung der Phosphatdüngung. Bei der Bedeutung der deutschen Eisenindustrie ist somit dieser Gesichtspunkt gerade für die *dauernde* und *gesicherte* Beschäftigung unserer Arbeiter von außerordentlicher Wichtigkeit. Ein „Staatsmann“ wie Herr *Scheidemann*, der sich für das Wohl der Arbeiter besonders verantwortlich fühlt, hätte die Pflicht, diese Tatsachen zu berücksichtigen.

Die Annexion des Erzreviers Briey-Longwy ist sowohl durch die Munitions- und Waffenherstellung im Kriege wie die Sicherung der Eisenerzversorgung Deutschlands im Frieden unbedingt notwendig. Im gleichen Maße sprechen die Erfordernisse der deutschen Landwirtschaft oder mit anderen Worten die Sicherstellung der Ernährung des deutschen Volkes für die Festhaltung der Phosphorreichtümer des schmalen Grenzdistrikts, wie in dem Schlußabschnitt dargelegt wird.

5. Erzbergbau, Hüttenindustrie und Landwirtschaft.

Die Bedeutung des Lothringer Erzreviers erschöpft sich noch nicht mit seinem direkten Einfluß auf die Schwerindustrie der Friedenszeit und die Munitions- und Waffenherstellung des Krieges. Gleich groß ist die Wichtigkeit des Thomasmehls, des „Nebenproduktes“ des Hochofenprozesses, für die Sicherstellung des *Ackerbaues* und damit für die *Ernährung* des gesamten *deutschen Volkes*, vor allem in den Zeiten einer möglichen *Ab-schließung* nach außen. Eine *direkte Einflußnahme* des Staates — sei es des preußischen Bergfiskus oder des Reiches¹⁾ auf *Bergwerke oder Hütten* — ist auch mit Rücksicht auf die *Preisfeststellung des Thomasmehls* unbedingt erforderlich. Wenn auch über die Gemeinsamkeit der letzten völkischen Ziele der Eisenindustrie und des Körnerbaues kein Zweifel besteht, so ist doch die einseitige Einflußnahme des einen Faktors auf die Preisbildung eines für die Gesamtheit unentbehrlichen mineralischen Düngemittels möglichst auszuschalten. Der Bergbau der Eisenerze,

¹⁾ Es würde an dieser Stelle zu weit führen, abzuwägen, ob eine neu einzurichtende Reichsverwaltung der Erzgruben und Eisenhütten oder eine Angliederung an die Saarkohlenverwaltung des preußischen Bergfiskus vorzuziehen sei. Es sollte nur angedeutet werden, daß angesichts des Eingreifens des Berg- und Hüttenwesens Lothringens in zahlreiche Zweige der militärischen, industriellen und landwirtschaftlichen Interessen eine Verstaatlichung der wichtigsten Unternehmungen, d. h. eine Einflußnahme der Staaten etwa nach dem Vorbilde des westfälischen Kohlenbergbaus, der einzig mögliche Weg ist.

die Hochöfen und die auf beiden beruhende Beschaffung des Thomasmehls in ausreichender Menge und zu mäßigem Preise umfassen zusammen Gebiete der Industrie und der Volksernährung, die sich an Vielseitigkeit etwa mit der staatlichen Eisenbahnverwaltung vergleichen lassen. So wenig in der Gegenwart ein Zweifel an der Notwendigkeit der Eisenbahnverstaatlichung möglich ist, ebenso selbstverständlich wird uns in Zukunft die staatliche Erwerbung der wichtigsten Bergwerke und Hütten in dem durch die Tapferkeit des deutschen Volkes errungenen Französisch-Lothringen erscheinen.

Eine auf meine Anregung bearbeitete agromisch-wirtschaftliche Doktordissertation des Grafen *Heinrich von Kageneck* gelangt nach Abwägung aller chemischen, agrikulturellen und politisch-wirtschaftlichen Fragen zu wichtigen Ergebnissen, die ich im folgenden in etwas veränderter Formulierung wiedergebe:

Es handelt sich vor allem um die Frage: Welche Teile der weiten, in West und Ost eroberten Länder sind für die Ernährung des deutschen Volkes, für die Erhaltung seiner Friedensindustrie und für die Verteidigung im Falle eines künftigen Krieges unbedingt erforderlich? Die Frage der Ernährung der Volksmassen, das heißt die Beschaffung des täglichen Brotes, wird voraussichtlich für England die Entscheidung des Krieges bringen, und sie bildet daher auch den Ausgangspunkt aller Erörterungen. Deutschland ist nun — im Gegensatz zu England — ein ackerbauender Staat geblieben und hat dabei unter vorwiegend ungünstigen Verhältnissen die Intensität der Wirtschaft bis auf die größte bisher in Kulturländern erreichte Höhe gesteigert. Nur diese, besonders in den letzten Jahrzehnten erfolgte Steigerung der Bodenerträge hat unser Vaterland befähigt, die eigene Ernährung trotz des Abschlusses von aller Welt während der drei Kriegsjahre zu sichern.

Die gleichen Anforderungen werden angesichts der Weltmißernte von 1916 selbst im Falle baldigen Friedens an die deutsche Landwirtschaft für 1917 und für die nächsten Jahre gestellt werden. Die gesteigerte Produktion des deutschen Bodens beruht auf der rein wissenschaftlichen Erforschung der Nährstoffe der Kulturpflanzen, die sich vor allem an die deutschen Namen *Thaer* und *Liebig* knüpft. Die auf theoretischem Wege gewonnene Erkenntnis fand ihren praktischen Ausdruck in der gesteigerten Anwendung der künstlichen Düngemittel: Stickstoff, Kali und Phosphor. Alle drei müssen der Pflanze in entsprechendem Maße gleichzeitig zugeführt werden; ein Ersatz etwa des fehlenden Phosphors durch vermehrte Kaligaben ist ebenso wenig möglich, wie z. B. in der tierischen Ernährung die fehlenden Eiweißstoffe durch Fett allein ausgeglichen werden können.

Deutschland befand sich nun bei *Kriegsausbruch* für die Beschaffung der drei mineralischen

Düngemittel in einer keineswegs glücklichen Lage. Nur für Kali besitzt es in den unerschöpflichen Lagern des oberen Zechsteins Mittel- und Norddeutschlands sowie in den vor kurzem erschlossenen Vorkommen Badens und des Elsaß ein Weltmonopol, das durch die wenig ausgedehnten Funde in Katalonien nicht in Frage gestellt wird. Aber für Stickstoff und Phosphorsäure waren wir bis vor dem Kriege im wesentlichen auf die Zufuhr des Chilesalpeters sowie des Kalkphosphats aus Tunesien und Ozeanien angewiesen; die Bedeutung der Karolina- und Floridaphosphate ist im schnellen Rückgange begriffen.

Bekanntlich hat nun die Not des Weltkrieges die deutsche Chemie und Technik gelehrt, den fehlenden, für Landwirtschaft und Munitionsherstellung gleich wichtigen Stickstoff in Form von Salpeter und Kalkstickstoff aus der Luft zu gewinnen. Es bleibt also nur noch das Problem der Phosphorsäurebeschaffung zu lösen.

Die Grundlage wurde — und zwar unbewußt — schon durch die Friedensverhandlungen zu Versailles und Frankfurt a. M. 1871 gelegt, die uns einen Teil der phosphorhaltigen Eisenerzlager Lothringens verschafften. *Moltke* hat das Verdienst — im Gegensatz zu *Bismarck*, der sich an die Sprachgrenzen halten wollte —, auf der Annexion der strategisch unentbehrlichen Festungen Metz und Diedenhofen bestanden zu haben. Und im Festungsgelände der beiden Waffenplätze liegen die damals noch wertlosen, erst wenige Jahre später wichtig werdenden Eisenerzschichten mit ihrem Phosphorgehalt von 1½ bis 2 %, durchschnittlich 1,9 %. Es war schon bei den Friedensverhandlungen von sachverständigen deutschen Bergleuten auf die voraussichtliche Wichtigkeit dieser unerschlossenen Schätze hingewiesen worden; wenige Jahre später gelang im Hüttenmännischen Laboratorium der Berliner Bergakademie einem dort unter deutscher Leitung arbeitenden Engländer die Entdeckung des nach ihm benannten Thomasverfahrens, welches eine Verhüttung der phosphorhaltigen Eisenerze zu Thomasroheisen und weiterhin zu Thomasstahl ermöglichte. Infolgedessen setzte zu beiden Seiten der Grenze des Frankfurter Friedens im nördlichen Lothringen eine Industrieentwicklung von Gruben, Hochöfen und Stahlwerken ein, die ihresgleichen auch jenseits des großen Teiches kaum findet.

Der Phosphorgehalt des Erzes wird bei diesem Prozeß in der Thomasschlacke konzentriert, die in zerriebenem Zustande als Thomasmehl einen Ersatz für das in den Schichten der Erde — vor allem in Tunesien — gefundene Kalkphosphat darstellt. Für Deutschland ist somit dieses Nebenprodukt annähernd ebenso wichtig, wie das in den Hochöfen erblasene Roheisen, um so mehr, als — mit alleiniger Ausnahme des Vorkommens von Peine in Hannover — alle übrigen deutschen Eisenerze, vor allem die des Siegerlandes, des

Dillgebietes, Thüringens und Frankens phosphorarm oder phosphorfrei sind.

Von der Wichtigkeit des Phosphorgehaltes war Thomas selbst am meisten überzeugt, denn er schrieb 1883 an einen luxemburgischen Hüttendirektor: „Der Stahl ist Nebenprodukt, und der Phosphor der Schlacke das Hauptprodukt“. Der Internationale Geologenkongreß, der in 1917 in Brüssel tagen sollte, hatte unter seinen Aufgaben die Feststellung der Gesamtvorräte der Welt an Phosphorsäure vorgesehen. Auf Grund der mitgeteilten Zahlen über die Menge des vorhandenen Erzes und seines Prozentgehaltes an Phosphorsäure¹⁾ hätte der Vorrat für Deutsch-Lothringen mit einer Menge von 20,9 Millionen Tonnen angegeben werden können. Da aber die Stahlerzeugung z. B. für das Jahr 1911 82 % des erzeugten Roheisens ausmacht, so kommen, gleichbleibende Verhältnisse vorausgesetzt, von dieser Menge der Landwirtschaft in den Thomasschlacken 17,1 Millionen Tonnen zugute.

Durch den Krieg hat die Erzeugung der Thomasschlacken eine ganz besondere Bedeutung erlangt, weil die Einfuhr von Rohphosphaten aus Alger, Tunis und Florida in Wegfall gekommen ist, die 1913 z. B. rund 1 Million Tonnen betrug.“

Die gesteigerte Verwendung der mineralischen Düngemittel vermag nun, wie Semmler²⁾ vor kurzem überzeugend ausgeführt hat, Deutschland zu befähigen, sich in seiner gesamten Ernährung unabhängig vom Auslande zu machen. Die Autorität des Verfassers steht um so fester, als er selbst einerseits seit vielen Jahren praktischer Landwirt und andererseits Vertreter der organischen Chemie an der Technischen Hochschule zu Breslau ist. Da wir im Frieden keinen Mangel an Stickstoffverbindungen haben werden, da wir ferner über das Weltmonopol an Kalisalzen verfügen, bleibt nur die Beschaffung der Phosphorsäure übrig. Zu dieser Aufgabe wären Deutsch-Lothringen und Luxemburg, deren Eisenerze überhaupt die Industrie nur für 6 Jahrzehnte zu unterhalten imstande sind, allein nicht ausreichend; denn sowohl die sonstigen deutschen wie die eingeführten

Eisenerze sind vorwiegend phosphorarm. Ohne Französisch-Lothringen ist die dringend notwendige Steigerung der künstlichen Düngung nicht ausführbar. Denn an der unbedingt notwendigen Steigerung der landwirtschaftlichen Eisenerzeugung ist die bessere Entwicklung des Saatgutes und die Ausdehnung des Hackfruchtbaues zusammen nur mit der einen Hälfte, die Vermehrung der künstlichen Düngemittel aber mit der vollen anderen Hälfte beteiligt!

Durch den siegreichen Frieden von 1871 und die spätere industrielle Entwicklung würde nun bereits die Frage der Phosphordüngung des deutschen Bodens in einem für uns günstigen Sinne entschieden sein, wenn wir seinerzeit das ganze lothringische, räumlich übrigens keineswegs allzu ausgedehnte Eisenerzrevier annektiert hätten. Doch besitzt Deutschland — sogar einschließlich des zum Zollverein gehörenden Großherzogtums Luxemburg — nur etwa $\frac{2}{5}$, Frankreich dagegen $\frac{3}{5}$ des auf etwas über 5 Milliarden Tonnen berechneten unterirdischen Vorrates. (In genauen Zahlen enthält Deutsch-Lothringen 1841 Millionen Tonnen, Luxemburg 250 Millionen Tonnen, zusammen also 2091 Millionen Tonnen Eisenerz. In Frankreich handelt es sich um den Bezirk Longwy mit 300 Millionen Tonnen, ferner um Briey und Crusnes mit 2600 Millionen Tonnen, zusammen 2900 Millionen Tonnen Eisenerz.) Alle drei Bezirke werden von uns seit August 1914 besetzt gehalten; weiter südlich liegt der noch von Frankreich gehaltene Eisenerzbezirk Nancy mit 200 Millionen Tonnen. Briey, das schon im Versailler Präliminarfrieden an Deutschland abgetreten war, liegt unter den Kanonen der Metzser Außenwerke, Crusnes etwas nordwestlich von Diedenhofen. Durch Erweiterung der Grenze in dieser Richtung würde auch das an Luxemburg stoßende Longwy von Frankreich abgeschnitten werden. (Vergl. die Karte.)

Nur im dauernden und gesicherten Besitze des genannten lothringischen Eisenerzreviers würde die deutsche Hüttenindustrie in der Lage sein, der Landwirtschaft den Bezug des notwendigen Thomasmehls zu gewährleisten und damit die Bodenfrüchte dauernd sicherzustellen, welche unsere Ernährung während der dreijährigen Abgeschlossenheit des Weltkrieges ermöglicht haben.

Die gesamte „Annexion“ würde räumlich nicht den Charakter einer solchen tragen, sondern angesichts der nur 14—16 km in der Tiefe betragenden Verrückung der Grenzsteine höchstens als eine Grenzberichtigung zu bezeichnen sein. Diese Grenzberichtigung würde ferner nur etwas an Deutschland zurückbringen, was ihm in Versailles zugesprochen, in Frankfurt a. M. genommen war; aber für die Produktion der Landwirtschaft und damit für die Sicherung der Ernährung des deutschen Volkes in Kriegs- und Friedenszeiten ist dieser schmale Grenzstreifen von außerordentlicher, ja von ausschlaggebender Bedeutung. Dabei würde Frankreich mit seinem gewaltigen Kalk

¹⁾ Außer dem Phosphor der Minetten besitzt Lothringen nach L. van Werveke ein dünnes, nur 0,2 bis 0,3 m messendes Lager von phosphathaltigen Knollen an der Grenze des Gryphitenkalks gegen die grauen Tone des Lias β . Der Phosphorsäuregehalt der Knollen beträgt 7,57 %, entsprechend 16,52 % phosphorsauren Kalks ($\text{Ca}_3 \text{P}_2 \text{O}_8$). Frühere Abbauprobe haben sich nicht als lohnend erwiesen, und neue Versuche würden wohl kaum ein besseres Ergebnis liefern, weil der Abraum an Mächtigkeit rasch zunimmt. (L. van Werveke, Die Phosphoritzone an der Grenze von Lias α und β in der Umgebung von Delme in Lothringen. Mitteil. Geol. Landesanstalt von Elsaß-Lothr., Bd. 5, 1903, S. 345—349.) Aus L. van Werveke, Geologische Forschungen in Elsaß-Lothringen S. 54 sind die obigen wichtigen Feststellungen und Übersichten entnommen.

²⁾ Semmler, Die deutsche Landwirtschaft während des Krieges und ihre künftigen Ziele nach Friedensschluß. Berlin 1917.

phosphatreichtum an der tunesisch-algerischen Grenze durch die Entziehung des Thomasmehls in keiner Weise beeinflußt werden. Daß gleichzeitig die bei der Fortdauer der jetzigen Roh-eisenproduktion binnen 6 Jahrzehnten erschöpften unterirdischen Eisenvorräte Deutschlands annähernd 50 Jahre länger reichen würden, ist eine weitere für die Erzversorgung im Frieden sowie für die Waffen- und Munitionsversorgung in künftigen Kriegen hochwichtige Tatsache. Ich habe hierüber ausführlich in der vom Breslauer Ausschuß für einen Deutschen Frieden herausgegebenen Flugschrift „Machtmittel im Weltkriege“ gehandelt.

Aber so unbedingt wichtig, ja unentbehrlich in Krieg und Frieden das Eisen ist — die *Ernährung des deutschen Volkes*, die erst durch *Erwerbung von Briey-Longwy sichergestellt wurde*, ist ein noch mehr ins Gewicht fallendes *Friedensziel*.

6. Vergleichung von Briey und Longwy mit anderen belgisch-französischen Bergrevieren.

Im Gegensatz zu den oben wiedergegebenen Anschauungen der französischen Schwerindustrie betonen französische Offiziere und Schriftsteller die politische und wirtschaftliche Bedeutung der lothringischen Erze und der Saarkohlen.

So schreibt im Anschluß an eine Studie von *Maurice Alfassa* („Der Nachkrieg: Lothringisches Eisen und lothringische Kohle“) General *Malleterre*:

„Drei Arten von Bürgschaften sind beim künftigen Friedensschluß nötig: politische, wirtschaftliche und militärische. Das lothringische Becken gehört zu den unumgänglich notwendigen wirtschaftlichen Bürgschaften.“

Ebenso schreibt *André Lebon*: „Für Frankreich wie für die ganze Welt ist es politisch wie wirtschaftlich dringend notwendig, das Saarkohlengebiet und die lothringischen Erzgruben zu beherrschen und sich, falls die so zurückgewonnene Kohle nach Quantität und Qualität nicht zur Ausbeutung der Minette ausreichen sollte, anderwärts die Lieferung einiger Millionen Tonnen zu sichern. Es handelt sich dabei um wirklich wirksame Bürgschaften gegen eine Wiederkehr wirtschaftlicher oder militärischer Angriffslust der Deutschen.“

So sprechen die Franzosen nach 3 Jahren Krieg, während dessen wir die wichtigsten Kohlen- und Erzgebiete Frankreichs sowie das belgische Industriegebiet dauernd besetzt gehalten haben!

7. Ergebnisse über die Lothringer Eisenerzlager.

1. Das lothringische Eisenerzrevier, das eisenreichste bekannte Vorkommen der Erde, war in seinem Hauptteil (Briey) schon im Versailler Präliminarfrieden an Deutschland abgetreten und wurde erst im endgültigen Frankfurter Frieden wieder aufgegeben.

2. Die jetzige Grenze teilt das Revier derart, daß etwa $\frac{2}{5}$ des Erzreichtums zu Deutschland (einschl. Luxemburg), $\frac{3}{5}$ zu Frankreich gehören.
3. Da Deutschland nur für etwa 6 Jahrzehnte seinen Eisenbedarf aus eigenen Erzen zu decken vermag und vor dem Kriege fast $\frac{2}{5}$ der notwendigen Erze einfuhrte, hat nur die glückliche Verteidigung des eigenen Gebietes und die gleich anfangs erfolgte Besetzung von Briey und Longwy die Führung des Weltkrieges ermöglicht.
4. Für einen künftigen Krieg erfordert also die Waffen- und Munitionsherstellung, für den künftigen Frieden der Bedarf unserer Eisenhütten die Zurückbehaltung des nördlichen, zwischen Briey und Longwy liegenden Französisch-Lothringen (Dep. Meurthe et Moselle).
5. Die Sicherstellung der Ernährung des deutschen Volkes verlangt gesteigerte Verwendung der künstlichen Düngemittel. Von ihnen ist nur die Phosphorsäure in Deutschland bisher nicht in ausreichender Menge vorhanden. Doch würden die lothringischen Eisenerze mit ihrem $1\frac{1}{2}$ —2 % betragenden Gehalt an Phosphor auch diesem Mangel abhelfen. Der Phosphorsäurevorrat der Erze Deutsch-Lothringens beträgt nach *L. van Werveke* 20,9 Millionen Tonnen, der Französisch-Lothringens mehr als 30 Millionen.

Die Abbildungen 1—5 sind mir durch die besondere Liebenswürdigkeit des Verfassers der grundlegenden Arbeit „Die neuere Entwicklung des lothringischen Eisenerzbergbaues“, Stahl und Eisen 1911, Nr. 11, 12 und 14, Herrn Bergrat Dr. *Kohlmann* (Dienhofen) zu erneuter Veröffentlichung zugänglich gemacht worden, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank ausspreche.

Die übrigen Bilder entstammen dem letzten vor dem Kriege herausgegebenen Prospekt der Gesellschaft „Mines de Joudreville“ zu Paris.

Die Profile von Hayingen sind mir durch die Kaiserlich deutsche Verwaltung in Hayingen, d. h. durch deren Direktor Rittmeister d. L. Herrn *Thiele* freundlichst übergeben worden.

Entomologische Mitteilungen.

Über einen Fall von Massenvermehrung des Kiefernspinners. Der Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.), einer der gefährlichsten Feinde unserer Kiefernwälder, ist im vergangenen Jahre in Posen, nahe der westpreußischen Grenze, in ungeheuren Massen aufgetreten. Den Verlauf seines dortigen Vorkommens und die Schäden, welche durch ihn verursacht worden sind, schildert *Arthur Gustav Lahn* (Berlin) in der *Entomologischen Zeitschrift Frankfurt a. M.* (31. Jahrgang 1917, Nr. 5 u. 6.). Die Raupen des Kiefernspinners überwintern bekanntlich im jugendlichen Zustand in Winterlagern unter der Erde. Mit dem ersten Sonnenstrahl des Frühjahrs verlassen dann die Räupchen diese Winterquartiere und streben hinauf in die Kronen der Kiefern, wo sie die Nadeln völlig

abfressen. So traf es auch im verflossenen Jahre ein: am 21. März erwärmte die Frühlingssonne in der betreffenden Gegend zum 1. Mal den Boden und schon am Tage darauf begann die große Wanderung der Rüpchen an den Kiefernstämmen hinauf. Durch die Voraussicht der Forstverwaltung waren die Bäume des gefährdeten Gebietes aber mit Teerringen belegt worden und so gelang es in diesen Revieren kaum einer Raupe, bis in die Baumkronen vorzudringen; die meisten blieben an den Teerringen kleben oder fielen wieder zu Boden und gingen dort durch Hunger ein. Nur in einigen kleinen Waldparzellen, die an die Militärverwaltung verkauft worden waren und schon im ehesten Frühjahr geschlagen werden sollten, war das Anbringen der Teerringe unterblieben. Aus irgendwelchen Gründen konnte aber das Fällen der Kiefernstämmen nicht vorgenommen werden und so stand den Raupen in diesem ungeteerten Gebiet eine willkommene Ausbreitungs- und Fraßgelegenheit zur Verfügung. Diese noch jungen Waldungen — in der Höhe von 10 bis 12 m — wurden denn auch in der Folge gänzlich abgefressen. Bis in die Mitte des Juni dauerte die Fraßperiode der Raupen, etwa vom 20. Juni ab begannen sich die Raupen in großen Mengen, „oft bis zu 20 Stück, dicht nebeneinander zwischen den Ästen und Nadeln, weniger häufig an den Stämmen einzuspinnen“. Um die Mitte des Monats Juli waren die Mehrzahl der Raupen eingesponnen, immerhin waren auch damals noch zahlreiche Individuen vorhanden, die in ihrer Entwicklung zurückgeblieben und erst halb erwachsen waren. Am 16. Juli erschienen die ersten frischgeschlüpften Falter, vom 22. Juli an konnte Lahn ein Massenschlüpfen der Falter beobachten, das bis Mitte August anhielt, dann aber schnell abnahm. Die Eier wurden an den Nadeln und Ästen, zu großen Gelegen vereint, angeheftet. Schon am 10. August schlüpfen aus ihnen die ersten Rüpchen. Diese traten, da die Falter auch in das geteerte Gebiet übergeflogen waren, nun nicht nur mehr in dem eigentlichen Schädlingsherd auf, sondern waren überall im ganzen Umkreis anzutreffen. Schon in den ersten Septembertagen begann die Massenwanderung der Raupen stammabwärts. Zu den 1—2 cm langen jungen Rüpchen gesellten sich dabei eine größere Zahl — Lahn schätzt 20—25 % — halb- oder fasterwachsener Tiere, die „Nachzügler der vorigen Generation, die sich anschiekten, die 2. Überwinterung durchzumachen“. Damit findet dann auch das Auftreten größerer Raupen bei der Wanderung stamm aufwärts im Frühjahr seine Erklärung. An natürlichen Feinden der Schädlinge konnten von Schmarotzerinsekten unter den Schlupfwespen (*Ichneumoniden*) nur 2 Arten konstatiert werden; davon war *Anomalon circumflexum* nur in ganz wenigen Exemplaren vertreten, während *Microgaster nemorum* von Mitte Juli ab etwa 30—40 % der Larven und Puppen des Schädlings infiziert hatte. Ebenso traten Raupenfliegen (*Tachinen*) sehr selten auf. Laufkäfer (*Carabiden*) stellten den Raupen eifrig nach, besonders der sogenannte *Goldschmied* (*Carabus auratus* L.) zeigte sich sehr tätig. Einzelne Raupen wurden auch von Ameisen angefallen, bei größeren Raupenmengen verhielten sich die Ameisen aber zumeist achtlos. Als Massenvertilger der Raupen kamen eigentlich nur die Krähen in Betracht, die sich in großen Schwärmen einstellten und die Raupen in Mengen absammelten. Leider aber waren sie erst erschienen, als die Raupen den Kahlfraß schon beendet hatten.

Über die Eiablage des Aspenbocks. Der Aspen- oder der kleine Pappelbock (*Saperda populnea* L.), ein

Bockkäfer aus der Unterfamilie der Weberböcke (*Lamiinae*), kann in den Aspenkulturen dadurch schädlich werden, daß er mit Vorliebe alle jungen, dünnen Ruten mit seinen Eiern belegt und durch die damit verbundenen Beschädigungen zahlreiche Pflanzen zum Eingehen bringt. Die Eiablage des Aspenböckchens ist insofern sehr charakteristisch, als die Mutterkäfer eigentümliche hufeisenförmige Nagebeschädigungen an der Rinde vollführen, deren Anlage und Zweck neuerdings Franz Scheidter (München-Solln) des Nähern untersucht hat. (*Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft*, 15. Jahrg. 1917, Heft 4/6.) Hat das Weibchen eine für die Eiablage passende Stelle an den Aspenzweigen gefunden, so nagt es zuerst einige seichte Querfurchen, die nur die äußerste Rindenschicht ritzen und die Hufeisenform der ganzen Anlage schon erkennen lassen; in der Mitte des unteren Endes des Hufeisens bohrt es hierauf ein Loch, das bis auf den Splint hinabreicht und später zur Aufnahme des Eies bestimmt ist. Dann werden die beiden Bögen des Hufeisens, von dem Einbohrloch aus nach oben fortschreitend, genagt. Erst jetzt erfolgt die Ablage des Eies in das Loch; der ganze Prozeß dauert etwa $\frac{1}{2}$ Stunde. Während nun die Nagespuren auf der Rinde vollkommen oberflächlich bleiben und dadurch auch keinerlei Beschädigungen des betreffenden Astes verursachen, bilden sich in der sogenannten „Eiinsel“ rings um das Ei, es fast umhüllend, schon innerhalb weniger Tage starke Wucherungen des Pflanzengewebes. Diese bilden in der Folge, wenn die Larven nach etwa 10—14 Tagen das Ei verlassen, deren erste Nahrung. Von diesem ihrem ersten Weideplatz weg frißt die Larve dann einen schmalen horizontal an der Grenze von Bast und Splint verlaufenden peripheren Gang, der bei dünnen Zweigen um den ganzen Ast herumgreifen kann. Bei starken Zweigen aber frißt sich die Larve schon früher tief in den Splint hinein, der periphere Gang geht hier bald in den zentralen Larvengang über. Durch diese Larvenfraßgänge werden die für den Befall durch den Aspenbock so kennzeichnenden Gallenbildungen der Aspenzweige hervorgerufen. Der kleine Pappelbock hat eine zweijährige Generation, d. h. die larvale Entwicklung des Insekts erstreckt sich über 2 Jahre, so daß die Imagines, die Käfer, nur alle 2 Jahre auftreten. Der Eingang der Larven, sei es durch die Umhüllung der Eier durch das Wuchergewebe und die dadurch verursachte Erstickung oder sei es durch den Befall durch Schmarotzerinsekten, Raupenfliegen sowohl wie Schlupfwespen, ist ein sehr hoher: Scheidter schätzt, daß nicht mehr als 10 % der Larven bis zur Entwicklung gelangen. Trotzdem ist das Auftreten der Käfer in den Aspenkulturen oft ein sehr starkes. Scheidter rät dann zum Absammeln der befallenen Pflanzen dicht über dem Erdboden (sie erzeugen bald wieder einen neuen Ausschlag und holen die unbeschädigten Stöcke bald ein) und zu einem eingreifenden Absammeln der Käfer zur Zeit der Eiablage. Zweige mit Gallenbildungen, in denen also die Larvenentwicklung schon weiter fortgeschritten ist, wären unnachsichtlich auszuroden, am besten abzuschneiden und zu verbrennen.

Von der Lebensweise der Skorpionsfliege. Die Schnabelhafte, zu denen die Skorpionsfliege gehört, wurden früher ob ihres netzförmigen Flügelgäders den eigentlichen Netzflüglern (*Neuropteren*) eingeordnet. Später hat man sie als eigene kleine Gruppe von ihnen losgelöst und lediglich im System den Netzflüglern angegliedert. Die Gruppe der Schnabelhafte (*Panorpata*) hat ihren Namen von dem schnabelartig

verlängerten Kopf, den die Tiere besitzen. An Büschen und Sträuchern kann man bei uns während des ganzen Sommers die gemeine Skorpionsfliege (*Panorpa communis* L.) beobachten, deren Lebensweise Dr. med. R. Stäger (Bern) während des letzten Sommers eingehend studiert hat (*Societas entomologica*, 32. Jahrg., 1917, Nr. 4, 5 und 6). Vor der Begattung schwirren die beiden Geschlechter zuerst eine Weile abwechselnd mit den ausgebreiteten Flügeln, dann nähert sich das Männchen rasch dem Weibchen und schnell die offenen Zangen, die es an seinem Hinterleib trägt, gegen den weiblichen Abdomen, um ihn zu umklammern. Die Kopula kann ohne Unterbrechung mehrere Stunden fortgesetzt werden. Die Zahl der Eier, welche das Weibchen dann in der Erde ablegt, wird sehr verschieden angegeben, die Zahlen schwanken von 12—97. Dr. Stäger beobachtete etwa 20. Bei der Eiablage sucht das Weibchen zuerst den Boden mit seinem verlängerten spitzen Hinterleib eingehend ab, bis es die zur Aufnahme der Eier geeignete Spalte gefunden hat. In ihr werden die graugrünen Eier in kleinen Häufchen abgesetzt. Die Eier kleben vermöge einer viscosen Masse häufig so fest aneinander, daß sie sich deformieren und ihre von Natur aus ovale Form verlieren. An der Oberfläche zeigen sie eine wabenähnliche Struktur. Die jungen Larven verlassen das Ei nach etwa 8 Tagen. Dr. Stäger konnte das Schlüpfen genau verfolgen: „Durch die ledergelbe dünne Eischale sieht man eine Weile vor dem Schlüpfen die Larve sich bewegen und hin- und herwinden. Dann gibt es an einem Eipol plötzlich einen Riß, aus dem gleichzeitig 1 oder 2 glashelle Tröpfchen Flüssigkeit austreten. Ihnen folgt der Kopf und nachdem ein Segment des Körpers nach dem anderen. Währenddem die hinteren Segmente noch in der Eischale stecken, krümmt sich der ausgetretene Vorderteil der Larve über den Eipol hinweg und kriecht auf die Eischale hinauf, das Hinterende langsam nachziehend.“ Nachdem sie kaum die Eischale verlassen haben, machen sich die Lärchen daran, die Eischale — aufzuzehren. In $\frac{1}{2}$ Stunde ist diese ihre erste Mahlzeit beendet. Zuerst leben die jungen Larven in einem engen Knäuel einige Millimeter unter der Erde beisammen, erst allmählich trennen sie sich. Die Frage war bisher strittig, ob sich die Larven, und auch das fertige Insekt, nur von toten Tieren nähren, oder ob sie auch lebende Insekten anfallen und aufzehren. Nach den Erfahrungen Stägers rühren die Tiere unverletzte lebende Insekten nicht an; sobald aber die Leibesflüssigkeit bei einer gequetschten Raupe oder bei sonst irgendeinem anderen Insekt, auch bei Artgenossen, hervortritt, fallen die Fliegen sowohl wie die Larven sofort darüber her, versenken ihren Schnabel in die Beute und fressen sie auf, auch wenn sie noch so kräftig sich zur Wehr setzt. „Die Skorpionsfliegen scheinen in der Natur,“ sagt Stäger, „die Rolle von Aasgeiern im Insektenreiche zu spielen. Mit Totem, Verletztem, Zerfallendem räumen sie auf.“ Daneben haben sie aber offenbar auch noch eine starke Vorliebe für süße Kost; wenigstens sah der Verfasser häufig, wie die Fliegen z. B. auf den Blütenköpfen einer Distel (*Cirsium*) Nektar naschten. Auch Blätter, die mit dem „Honigtau“, bekanntlich der Ausscheidung von Blattläusen, gänzlich überzogen waren, wurden gierig abgeleckt. Dr. Stäger konnte feststellen, daß die *Panorpen* bei ihren Blütenbesuchen häufig die Bestäubung der Besuchspflanzen bewirkten.

Die Fortpflanzung der Gallwespen. Auf unseren einheimischen Eichen finden sich im Sommer häufig

kleine rötliche Gallen, die zu beiden Seiten der Blattrippen liegen. Sie verdanken ihre Entstehung dem Stich einer Gallwespe *Trigonaspis crustalis*. Nicht seltener zwar, aber doch nicht so leicht zu entdecken sind die Gallen, welche im ersten Frühling an jungen Eichentrieben durch den Stich von *Biorhiza renalis* gebildet werden. Bis vor kurzer Zeit hielt man die beiden Gallwespen, die im Vorfrühling und im Hochsommer die Eichen befallen, für zwei vollkommen getrennte Arten. Erst in der neueren Zeit hat es sich, wie Dr. Hugo Kühl (Kiel) in den Monatsheften für den naturwissenschaftlichen Unterricht (10. Bd., 1917, Heft 3/4) ausführt, gezeigt, daß es sich dabei nur um 2 Generationen ein und derselben Gallwespe handelt. Dabei ist die Sommergeneration zweigeschlechtig, während sich die Wintergeneration parthenogenetisch fortpflanzt. Das flügellose Weibchen von *Biorhiza renalis* bohrt in die harten Winterknospen der Eichenbüsche mehrere tiefe Gänge, in die es seine Eier legt. Die dadurch hervorgerufenen Gallen sind vielkammerig, um dadurch eine möglichst hohe Garantie für die Fortpflanzung der Art zu schaffen. Aus den schwammigen, umgekehrt zwiebförmigen Gallen von beträchtlicher Größe schlüpfen im Juli die schlanken, zartgebauten Männchen und Weibchen von *Trigonaspis crustalis* aus. Nach der Kopulation legen die Weibchen ihre Eier einzeln in die Zellschichten der Unterseite der Eichenblätter, aus denen dann die bekannten kleinen rötlichen Gallen entstehen. Wenn diese im Herbst von den Blättern abfallen, kommen aus ihnen die plumpen, flügellosen Weibchen hervor, welche früher als *Biorhiza renalis* beschrieben worden sind. Die Vertreter der beiden Generationen dieser Gallwespe weichen gemäß ihrer grundverschiedenen Bestimmung in wesentlichen Punkten ihrer morphologischen Beschaffenheit bedeutend voneinander ab: Fühler, Beine und Legestachel sind bei den beiden Wespen so verschieden gebaut, daß man zuerst mit diesen morphologischen Unterschieden die systematische Trennung der beiden Gallenbildner begründete.

Auffallende Färbung von Raupen des Pappelschwärmers. Die Grundfarbe der Raupen des Pappelschwärmers (*Smerinthus populi* L.) schwankt bekanntlich im Allgemeinen zwischen einem gelbgrünen und graugrünen Grundton, je nachdem die Futterpflanze der einzelnen Raupen mehr nach der einen oder nach der anderen Seite hinneigt. Georg Lehmann ist es gelungen, eine von dieser Grundfärbung gänzlich abweichende Spielart in der Natur zu beobachten und dann ihre Entwicklung züchterisch näher zu verfolgen (*Internationale Entomologische Zeitschrift*, 11. Jahrg. 1917, Nr. 7). Unter einer großen Silberpappelgruppe (*Populus alba*) fielen ihm größere Mengen von Raupenkot auf, die ihn veranlaßten, den Fraßspuren nachzugehen und nach den Schädlingen zu fahnden: da entdeckte er auf der glänzendweißen Unterseite der Blätter dieser Silberpappeln eine größere Zahl Pappelschwärmerraupen, die, etwa in der Art der Raupen des Seidenspinners (*Bombyx mori* L.) vollkommen weiß gefärbt waren, „ohne jede Spur von Grün und völlig zeichnungslos, die feingekörnelte Hautoberfläche schwach sammetartig glänzend“. Die Weiterzucht ergab im Frühjahr durchaus normal gefärbte Falter. In der Nähe der betreffenden Pappelgruppe standen Espenbüsche, auf denen sich völlig normal saftgrün gefärbte Schwärmerraupen vorfanden. Demnach war mit aller Sicherheit erwiesen, daß die weißlichen Raupen auf den Silberpappeln keine besondere Varietät darstellten, sondern lediglich dem Laub der Futterpflanze

angepaßt waren. Um diesen Einfluß des Laubes der Silberpappel auf die Färbung der Raupen experimentell zu erforschen, verpflanzte *Lehmann* 2 kleine Räumchen, die er etwa im Zustande der 2. Häutung auf *Populus nigra* gefunden hatte, auf *Populus alba*. „Nach einigem Zögern nahmen die Raupen das ungewohnte Futter an, wurden bald groß, behielten aber wider Erwarten bis zur Verpuppung ihre gelbgrüne Farbe bei.“ Andere im Sinne seiner Versuche günstigere Ergebnisse erzielte der Verfasser mit Raupen, die er von dem Moment des Ausschlüpfens aus dem Ei an mit Silberpappellaub aufzog. Unter natürlichen Verhältnissen vertieft sich bekanntlich die hellgrünliche Färbung der jungen Raupen mit jeder Häutung mehr zu einem lebhafteren Grün. Schon nach der 1. Häutung zeigte nunmehr die Mehrzahl der Versuchstiere bereits ein hellgraues Kleid, mit jeder Häutung wurde diese Wirkung des neuen Futters ausgesprochen. „Nur einige wenige Raupen blieben gelbgrün bis zuletzt, aber sehr hell gefärbt; alle anderen schwankten im erwachsenen Zustand zwischen oft rein weiß, grauweiß, grau und blaugrau, letztere mitunter in ziemlich dunkeln Tönen. Die Schrägstreifen an den Seiten waren bei den hellsten

Stücken gar nicht oder kaum zu bemerken, bei den übrigen nicht wie sonst gelblich, sondern weißlich.“ Es war also offenkundig, daß die veränderte Nahrung den Farbwechsel der Raupen verursacht hatte; die Schutzfärbung der Raupen, die ja von Natur besteht, hatte sich hier auf Grund der neuen Futterpflanze verändert. Der Erfolg freilich, der damit erzielt wurde, war kein sehr großer: kurz nachdem der Verfasser, um auch die Lösung dieser Frage anzubahnen, die erzüchteten Raupen an Silberpappelbüschen freigab, kamen die Vögel in Mengen, vornehmlich Meisen, und fingen die Raupen ausnahmslos weg. Ihr scharfer Gesichtssinn ließ sich nicht täuschen; *Lehmann* setzte weit über 100 Stück frischgeschlüpfter Räumchen an niederen gutkontrollierbaren Büschen aus: schon nach der 2. Häutung war keine der Raupen mehr zu entdecken. Aber nicht nur diese jungen Raupen, deren Schutzfärbung erst im Werden begriffen war, wurden von den Vögeln erspäht, auch ausgewachsene Tiere, die schon völlig an die Futterpflanze angepaßt waren, wurden in kürzester Zeit nach ihrer Freilassung von den Vögeln gesichtet und alle ohne Ausnahme vertilgt.

H. W. Frickhinger, München.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

21. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Planck*.

1. Herr *Müller* (Breslau) sprach über *Knickfestigkeit gegliederter Stäbe*. Es werden Versuchsergebnisse mitgeteilt, welche die vom Vortragenden aufgestellte Theorie der exzentrisch gedrückten gegliederten Stäbe stützen.

2. Herr *Haberlandt* überreichte Bd. I, Heft 3, der von ihm herausgegebenen Beiträge zur allgemeinen Botanik (Berlin 1917).

5. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Planck*.

1. Herr *Schottky* las über die *Theta von drei Veränderlichen als elliptisch-hyperelliptisch betrachtet*. (Ersch. später.) Es wird, nach einigen historischen Vorbemerkungen, die Theorie der Thetafunktionen von drei Veränderlichen auf Goepelsche Art entwickelt, und zwar so, daß man dazu kommt, sie als elliptisch-hyperelliptische aufzufassen.

2. Herr *Norden* überreichte den Bericht der Kommission für den *Thesaurus linguae Latinae* über die Zeit vom 1. April 1916 bis 31. März 1917.

3. Herr *Burdach* überreichte einen neuen Teil seines im Auftrage der Akademie herausgegebenen Werkes *Vom Mittelalter zur Reformation, Forschungen zur Geschichte der deutschen Bildung* (Bd. III, I): „Der Ackermann aus Böhmen“, hrsg. von A. Bernt und K. Burdach (Einleitung, Kritischer Text, Vollständ. Lesartenapparat, Glossar, Kommentar, Bildbeilagen). Berlin 1917.

Die Akademie hat das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Herrn *Robert Helmert* am 15. Juni und das ordentliche Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Herrn *Gustav v. Schmoller* am 27. Juni durch den Tod verloren.

12. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Planck*.

1. Herr *Struve* sprach über den neuen großen Re-

fraktor der *Babelsberger Sternwarte*. Seit anderthalb Jahren sind die Beobachtungen am neuen Refraktor von 65 cm Öffnung, dem ersten von der Firma Zeiß gebauten großen Instrumente dieser Art, im Gange. Der Vortragende berichtet über die neuen Einrichtungen, über die zur Prüfung der optischen und mechanischen Teile des Instruments angestellten Untersuchungen sowie über die Aufgaben, welche an demselben in Angriff genommen sind.

2. Herr *Struve* legte eine Abhandlung von Herrn Prof. Dr. P. Kempf in Potsdam vor: *Über Refraktion auf der Sonne und die Höhenlage der Kalziumflocken*. Aus Messungen von Kalziumflocken auf spektroheliographischen Aufnahmen, welche im Jahre 1906 auf dem Astrophysikalischen Observatorium gemacht worden sind, läßt sich die scheinbare Bewegung der Flocken auf der Sonne ableiten und daraus auf die mittlere Höhenlage dieser Gebilde über dem Niveau der Photosphäre schließen.

19. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Planck*.

1. Herr *Diels* sprach über die von Prokop beschriebene Kunsthur von Gaza. (Erscheint später.) Nach einem Überblick über die Entwicklung der Gnomonik (Uhrmachertechnik) im Altertum und ihre Übertragung durch byzantinische, arabische und spanische Vermittlung auf das Mittelalter und die Neuzeit ward ein Modell der von Prof. Rehm (München) wiederhergestellten Salzburger astronomischen Uhr (*horologium anaphoricum* des Vitruv) vorgezeigt und auf Grund einer neuen Bearbeitung des griechischen Textes die Rekonstruktion der von Prokopios von Gaza (um 500 n. Chr.) beschriebenen Kunsthur seiner Vaterstadt an einer Skizze des Regierungsbaumeisters Dr. Krtschen erläutert.

2. Herr *Diels* legte ferner eine Mitteilung des Herrn Prof. Dr. Hermann Degering in Berlin vor, betitelt: *Ein Alkoholrezept aus dem 8. Jahrhundert*. Es wird durch Vergleichung zweier mittelalterlicher Alkoholrezepte, des längst bekannten aus einer Hs. des Hospitals in S. Gimignano s. XII und eines bisher unbekannten aus einer für die hiesige Königliche Bibliothek erworbenen Hs. s. XII aus Weissenau (Augia minor), die auf einem Schutzblatt unter anderen Ein-

tragungen des XIII. s. auch jenes Rezept enthält, der gemeinsame Ursprung dieser Rezepte nachgewiesen. Die stark verderbten Worte beider Fassungen lassen sich paläographisch durch einige Mittelglieder mit Sicherheit auf einen Archetypus des XIII. s. zurückführen, was mit der übrigen Tradition dieser Rezepte (Mappae clavicula u. a.) stimmt. Dadurch ist die Herkunft dieses Alkoholrezeptes aus der Tradition des Altertums erwiesen.

3. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von Herrn F. W. K. Müller in der Sitzung der philosophisch-historischen Klasse vom 12. Juli vorgelegten Arbeit des Herrn Prof. Dr. W. Bang in Darmstadt: „Vom Köktürkischen zum Osmanischen“ in die Abhandlungen des Jahres 1917. Die Besprechung der Interrogativa *nā* und *no* gibt dem Verfasser die Gelegenheit, auf die Bildung des Genitivs, Dativs und Akkusativs der pronominalen und nominalen Deklination zuzugehen, sodann die pronominalen Stämme *a-*, *bā-* und ihre Erweiterungen zu erläutern. Die Erklärung des uig. *adīn* als Ablativ zu *a-* führt zur Etymologie von *kidīn* < **ki-dīn*; zu einem Stamme **ki-* wird u. a. das kökt. uig. *kisrā* gestellt. Einige erstarrte und verschollene Kasusuffixe werden dabei untersucht, die nach Ansicht des Verfassers sich in der Deklination und Stammbildung sowie in der Flexion des Verbums festgesetzt hätten.

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. (Stiftung Heinrich Lanz.)

7. Juli. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitzender: Herr Bütschli.

Für die Sitzungsberichte werden folgende wissenschaftliche Arbeiten vorgelegt:

1—2: Von Herrn P. Lenard zwei Arbeiten des Herrn A. Becker, Heidelberg: Die erste: „Über eine mathematische Darstellung des Geschwindigkeitsverlustes der Kathodenstrahlen in Materie“ bringt eine neue Formel, welche die Geschwindigkeitsverluste in breitem Bereiche der Geschwindigkeit wesentlich besser darstellt, als die bisherigen Formeln. Die zweite: „Über den Kathodenstrahlendurchgang durch Materie, Einleitung und 1. Teil, Strahlenquelle“ enthält die Beschreibung der neu konstruierten Kontrolleinrichtungen an der Aluminiumfensterröhre, welche wesentlich exakteres Arbeiten gestatten, als es bisher möglich war, sowohl in Bezug auf Festhaltung der Intensität als auch der Geschwindigkeit der Strahlung. Es sind dies Vorteile, welche allen, in den später anzuschließenden Teilen mitzuteilenden Messungen über Kathodenstrahlen mittlerer Geschwindigkeit sehr zustatten kommen werden. Die Arbeit ist teilweise mit Unterstützung der Akademie ausgeführt worden.

3. Von Herrn P. Stäckel eine Arbeit des Herrn A. Loewy (Freiburg): „Über die Zerlegung eines linearen homogenen Differentialausdrucks in größte vollständig reduzible Faktoren.“ Während die Zerlegung eines linearen homogenen Differentialausdrucks in irreduzible Faktoren keine eindeutige ist, hatte der Verfasser eine Zerlegung solcher Ausdrücke in aufeinander folgende größte vollständig reduzible Faktoren eingeführt, die zu einer eindeutig bestimmten gemacht werden kann. Sie soll als eine hintere Zerlegung bezeichnet werden; denn man kann, wie in der vorliegenden Abhandlung gezeigt wird, auch eine Zerlegung in aufeinander folgende vordere größte vollständig reduzible Faktoren definieren. Die neue Zerlegung hat ähnliche Eigenschaften wie die alte. Bei beiden Zerlegungen ist die Anzahl der auftretenden Faktoren die gleiche, und es besteht zwischen ihnen noch ein weiterer bemerkenswerter Zusammenhang. Zum Schluß wird die Bedeutung der neuen Zerlegung für Differen-

tialausdrücke, die gegenseitig von derselben Art sind, dargelegt.

4. Von Herrn O. Perron (Heidelberg): *Über das infinitäre Verhalten der Integrale einer linearen Differentialgleichung zweiter Ordnung, wenn die charakteristische Gleichung zwei gleiche Wurzeln hat.* Es handelt sich um lineare Differentialgleichungen, deren Koeffizienten bei unbegrenztem Wachstum der unabhängig Variablen gewissen endlichen Grenzwerten zustreben. Wenn dann die zwei Wurzeln der sogenannten charakteristischen Gleichung ungleiche reelle Teile haben, so konvergiert bei unbegrenztem Wachstum der unabhängig Variablen die logarithmische Ableitung eines jeden Integrals gegen einen gewissen Grenzwert und zwar gegen eine Wurzel der charakteristischen Gleichung. Sind die beiden Wurzeln einander gleich, so soll nach Poincaré dasselbe gelten. Der Verfasser zeigt aber an mehreren Beispielen, daß das im allgemeinen nicht der Fall ist. Das schließt nicht aus, daß unter gewissen einschränkenden Voraussetzungen die Poincarésche Behauptung trotzdem zutrifft; mehrere hinreichende Bedingungen dieser Art werden angegeben.

Für die Abhandlungen wird vorgelegt: Von Herrn H. Braus eine Arbeit des Herrn H. Petersen (Heidelberg): „Über Bänderkinematik.“ Der Verfasser untersucht, wie Bänder für die Bewegungen in den Gelenken anstelle von knorpeligen Stützflächen führend wirken und zur Stützung benutzt werden können. Die Arbeit gibt die theoretischen Grundlagen für die den Bändern innewohnenden Möglichkeiten im engen Anschluß an *Roudeaux*. Die Unterschiede der im tierischen Körper gültigen Prinzipien von denjenigen der Maschinentechnik treten scharf hervor.

Es folgen eine Anzahl geschäftlicher Verhandlungen. Die Klasse bewilligt endlich Unterstützungen wissenschaftlichen Arbeiten im Betrage von 2525 M.

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

18. Juni. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Im wissenschaftlichen Teile der Sitzung wurden von Herrn Sekretär Hölder zwei Arbeiten vorgelegt: 1. J. Thomae (Jena), *Zum Ponceletschen Schließungsproblem.* 2. Wilh. Blaschke (Königsberg), *Über affine Geometrie. VII. Neue Extremeigenschaften von Ellipse und Ellipsoid.* Beide Arbeiten sind für die Berichte der mathematisch-physischen Klasse angenommen worden.

23. Juli. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Von Herrn Sekretär Hölder wurden folgende vier Arbeiten vorgelegt: 1. Gerhard Kowalewski, Prag: *Natürliche Normalformen linearer Transformationen.* 2. Edmund Landau, Göttingen: *Neuer Beweis eines Hauptsatzes aus der Theorie der Dirichletschen Reihen.* 3. Artur Winternitz, Prag: *Über eine Klasse von linearen Funktionalungleichungen und über konvexe Funktionale.* 4. Wilhelm Blaschke, Königsberg i. Pr.: *Über affine Geometrie. VIII: Die Mindestzahl der sextaktischen Punkte einer Eilinie.*

Im Verlaufe der Sitzung wurde unter anderem die Mitteilung gemacht von der ministeriellen Genehmigung zur Annahme der Stiftung, die Herr Geh. Hofrat Dr. Feddersen, Leipzig, und Gemahlin der mathematisch-physischen Klasse in Höhe von 100 000 Mark überwiesen haben mit der Bestimmung, die Zinsen zur finanziellen Sicherstellung und zur dauernden Fortführung des Poggendorffschen biographisch-literarischen Handwörterbuchs zur Geschichte der exakten Wissenschaften zu verwenden.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY

RECEIVED

DEC 6 1922

Heft 37.

14. September 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Der Kulturzustand Polens in seiner Bedeutung für die Tierwelt. Von Prof. Dr. F. Pax, Breslau. S. 581.

Geologische Mitteilungen:

Neues über die Bedeutung der mitteldevonischen Pantoffelkoralle. Die Fahrten von Chirotherium. Die deutschen Ceratiten. Vollständige Lichspanzer aus der Eifel. S. 587—590.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Pilzvergiftungen im Jahre 1915. Synthese des Mandelnitrilglucosids, Sambunigrins und ähnlicher Stoffe. Das Rheinproblem. Die persischen Erdölquellen. Fernhörer als Empfänger in der Kabeltelegraphie. Technischer Literatur-Kalender. S. 590—592.



Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Reichsaufsicht

Untersuchungen zum Staatsrecht des Deutschen Reiches

Von **Dr. Heinrich Triepel**,

Geh. Justizrat, o. ö. Professor der Rechte an der Universität Berlin

Preis M. 24.—; in Halbfranz gebunden M. 29,60

Vor kurzem erschien:

Die Freiheit der Meere und der künftige Friedensschluß

Von **Dr. Heinrich Triepel**,

Geh. Justizrat, o. ö. Professor an der Universität Berlin

Preis M. 1.20

Vor kurzem erschien:

Unsere Friedensziele

Von **D. Dr. Otto von Gierke**,

Geh. Justizrat, o. ö. Professor der Rechte an der Universität Berlin

Preis M. 1.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig

SAMMLUNG VIEWEG

Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik

Neueste Hefte:

- Heft 32/33. Professor Rudolf Richter: Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Aluminium, Zink und Eisen. Mit 51 Abbildungen. M. 6.—.
- „ 34. Oberg. Carl Beckmann: Haus- und Geschäfts-Telephonanlagen. Mit 78 Abb. M. 3.—.
- „ 35. Dr. Aloys Müller: Theorie der Gezeitenkräfte. Mit 17 Abbildungen. M. 2,80.
- „ 36. Prof. Dr. W. Kummer: Die Wahl der Stromart für größere elektrische Bahnen. Mit 7 Abbildungen. M. 2,80.
- „ 37. Dr. R. Rieke: Neuere Arbeitsmethoden der Silikatchemie Mit 4 Abbildungen. M. 3,60.
- „ 38. Prof. Dr. A. Einstein: Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie. Gemeinverständlich. Mit 3 Figuren. M. 2,80.
- „ 39/40. Dr. R. Grammel: Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges. Mit 83 Figuren. M. 5,60.

Hermann von Helmholtz:

Zwei Vorträge über Goethe

(Goethes naturwissenschaftliche Arbeiten

Goethes Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen)

Feldaussage in Taschenformat. Steif broschiert Mk. 0,80.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

14. September 1917.

Heft 37.

Der Kulturzustand Polens in seiner Bedeutung für die Tierwelt.

Von Prof. Dr. F. Pax, Breslau.

Die Grenzen der Tierverbreitung haben in Polen in geschichtlicher Zeit unter dem Einflusse der menschlichen Kultur wesentliche Verschiebungen erfahren. Schon die polnische Literatur des achtzehnten Jahrhunderts weiß davon zu berichten. In neuerer Zeit werden die Klagen über die Verminderung der ursprünglichen Fauna häufiger und dringlicher. „Pendant le cours de mes études sur la faune du pays,“ schreibt *Taczanowski* 1877, „il est survenu de grands changements; beaucoup de grandes forêts ont complètement disparu, d'autres ont perdu leur caractère solitaire; on a desséché une grande partie de marais et le pays en général a perdu beaucoup de ses conditions primitives qui offraient à un grand nombre d'animaux une demeure paisible dans les bois. Il n'est donc pas étonnant que beaucoup d'espèces deviennent de plus en plus rares et que plusieurs oiseaux cessent d'y nicher en aussi grand nombre qu'autrefois.“ In diesen Sätzen sind zugleich die wichtigsten Faktoren angedeutet, die eine Verarmung der Fauna Polens herbeigeführt haben.

Zweifellos hängt der Rückgang der höheren Tierwelt mit der starken Entwaldung des Landes zusammen. Nach *Zechlin* waren 1894 noch 20,6 % des Areals bewaldet, 1914 beziffert *Grabski* den Anteil des Waldes auf 18,1 % der Bodenfläche. Polen ist also waldärmer als das Deutsche Reich (25,8 %). Wenn trotzdem die Zahl der Kulturlüchter, die in Polen in historischer Zeit ausgerottet worden sind, verhältnismäßig gering und das Aussterben mancher Arten sogar später erfolgt ist als in den westlichen Nachbarländern, so dürfte dies auf den Mangel einer geordneten Forstwirtschaft zurückzuführen sein. Umgestürzte Baumriesen und dichtes Unterholz vermögen auch heute noch in vielen Waldungen Polens selbst größeren Tieren genügende Deckung zu gewähren; Höhlenbrüter finden allenthalben reichliche Nistgelegenheit. Neben der geringen Sorgfalt, die in Polen auf die Pflege des Waldes verwendet wird, kommt zweifellos auch der Umstand in Betracht, daß die Fauna nicht in gleichem Maße wie in unseren heimischen Forsten Störungen durch den menschlichen Verkehr ausgesetzt ist. Beide Faktoren bedingen vor allem die Häufigkeit des Schwarzspechts (*Dryocopus martius*), der eine besondere Zierde der polnischen Wälder bildet. Auch das zahlreiche Auftreten des Kolkrahen (*Corvus corax*), der in den meisten Ländern Europas der menschlichen Kultur zum Opfer gefallen ist, dürfte

auf die gleichen Ursachen zurückzuführen sein. Für die Entwicklung der Tierwelt ist ferner die Tatsache von Bedeutung, daß die Bewaldung sich nicht gleichmäßig über alle Teile des Landes erstreckt, sondern neben waldarmen Landschaften auch ausgesprochene Waldgebiete auftreten, die heutzutage als Zufluchtsstätten der ehemals über das ganze Land verbreiteten Waldfauna eine zoogeographische Bedeutung erlangt haben. Die stärkste Einschränkung hat die Waldfauna im Kreise Nieszawa erfahren, wo der Holzwuchs nur 4 % des Bodens einnimmt, während ihr der zoologisch leider wenig erforschte Kreis Konskie mit 49 % Waldbedeckung noch recht günstige Existenzbedingungen darbietet. Folgende Tabelle gibt nach *Zechlin* die landwirtschaftliche Bodennutzung im Jahre 1894 in Prozenten der gesamten Fläche an:

Gouvernement	Gebäude, Gärten	Pflügbares Land	Wiesen	Weiden	Wald	Unland
Kalisch .	3,6	62,2	7,3	6,3	15,3	5,3
Kielce ..	3,3	53,9	6,1	8,1	24,2	4,4
Lomza...	3,3	45,9	10,9	12,5	22,4	5,0
Lublin ..	3,5	52,4	9,3	5,2	25,1	4,5
Petrikau	3,3	59,0	6,5	6,3	20,7	4,2
Plock...	3,1	60,5	8,5	9,1	13,5	5,3
Radom ..	3,6	53,1	5,9	6,9	26,0	4,5
Suwalki .	2,9	47,1	12,4	8,0	22,8	6,8
Siedlce ..	3,0	50,4	12,2	8,9	20,7	4,8
Warschau	3,7	64,2	6,3	6,6	14,8	4,4

Sie zeigt uns, daß die Bewaldung in den Gouvernements Kalisch und Plock wesentlich hinter dem Durchschnittswerte des ganzen Landes zurückbleibt, während im Norden (Suwalki) und Süden (Kielce, Radom, Lublin) walddreichere Gebiete liegen. Unverkennbar spiegelt sich diese Verteilung des Waldes in der Verbreitung mancher Tiere wieder. Das Auerhuhn (*Tetrao urogallus*) war einst wohl im größten Teile Polens heimisch. Als im neunzehnten Jahrhundert die Entwaldung immer größere Fortschritte machte, trat ein starker Rückgang des Auerwildes ein, der im Laufe von fünfzig Jahren eine Verminderung auf ein Zehntel des ursprünglichen Bestandes zur Folge hatte. Gegenwärtig ist die Art zwar noch nicht ausgestorben, wie *Graf Zedlitz* kürzlich irrümlicherweise offenbar in Unkenntnis der Studien *Szablowskis* behauptete, hat sich aber in diejenigen Gebiete zurückgezogen, in denen noch urwüchsige Waldbestände ihm ein bescheidenes Dasein gönnen: das Gouvernement Suwalki und das südpolnische Hügelland. Während hier die auf

gemeinsamem Besitz gewisser Tierformen beruhende primäre Ähnlichkeit zweier Gebiete durch wirtschaftliche Maßnahmen gesteigert worden ist, hat in anderen Fällen das Eingreifen des Menschen geringfügige faunistische Differenzen vergrößert. Das linke Weichselufer Mittelpolens war wohl von Natur aus etwas trockener als das rechte, aber dieser Gegensatz ist durch die umfangreiche Beseitigung von Wäldern und Sümpfen im westlichen Polen und ihre Erhaltung im östlichen Teile des Landes noch wesentlich gesteigert worden. Manche Kulturflüchter, die heute als Charaktertiere der Sumpfwälder zwischen Wieprz und Bug erscheinen, waren ehemals in ganz Mittelpolen verbreitet.

Den erheblichsten Rückgang zeigen in Polen wie in allen dicht bevölkerten Ländern Europas die *Raubtiere*. Der braune Bär (*Ursus arctos*) ist seit dem Ende des achtzehnten Jahrhunderts dort als Standwild verschwunden, während er sich in Bialowieza bis gegen 1880 gehalten haben soll. Der Luchs (*Lynx lynx*) war 1828 in Polen noch häufig, wird aber schon 1844 als ständiger Bewohner nur für das Waldgebiet von Augustowo angegeben. Einzelne Überläufer aus Litauen und Wolhynien sind bis in die neuste Zeit beobachtet worden. Die Wildkatze (*Felis catus*), welche ältere polnische Faunisten aus dem Skawalde in Masowien und aus der Lysa Góra kennen, ist, soweit ich die Literatur überblicke, an der Weichsel 1843 zum letzten Male angetroffen worden. Zweifelloso ist auch der Wolf (*Canis lupus*), der um 1840 eine starke Vermehrung seines Bestandes zeigte, in den letzten Jahrzehnten in Polen seltener geworden, kommt aber im nördlichen Teile des Landes noch als Standwild vor. Ich selbst habe ein junges, im Walde von Augustowo gefangenes Exemplar lebend gesehen. *Kammerer* ist daher im Irrtum, wenn er in seinen „Tiergeschichten aus dem Weltkriege“ behauptet, daß alle Berichte über das Auftreten von Wölfen in Polen auf einer Verwechslung mit verwilderten Hunden beruhten. Ganz unzulänglich sind die Nachrichten über das frühere Vorkommen des Tigeriltis (*Vormela sarmatica*). Dieses im südöstlichen Europa und in Westasien heimische Raubtier soll nach *Brincken* hin und wieder einmal im Bialowiezer Walde beobachtet worden und nach *Grevé* noch vor 25 Jahren im Pripetgebiet häufig gewesen sein. Belegexemplare aus dem Königreich Polen habe ich jedoch in keinem Museum gefunden. Es liegt daher die Annahme nahe, daß die in der polnischen Literatur öfters wiederkehrende Fundortsangabe „Polen“ ohne genügende Kritik übernommen und dadurch in den Kreisen der deutschen Faunisten falsche Vorstellungen über die Verbreitung des Tieres erweckt hat. Andererseits verdient der Umstand Beachtung, daß die polnische Sprache für den Tigeriltis eine besondere Bezeichnung „przewiaska“ kennt. Eine ähnliche Unsicherheit herrscht über die ehemalige Verbreitung des Vielfraßes (*Gulo gulo*) in Polen.

In Pinsk wurden die letzten Exemplare 1830 beobachtet, aber noch um 1870 ist der Vielfraß in Bialowieza Standwild gewesen. Authentische Beweise für sein Auftreten in Polen fehlen. Da wir aber wissen, daß die Südgrenze des Vielfraßes in den letzten Jahrhunderten stark nach Norden verschoben worden ist und versprengte Exemplare in historischer Zeit sogar in Deutschland beobachtet worden sind, ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß das Tier früher in Polen vorgekommen ist. Auch einzelne *Nagetiere* sind der menschlichen Kultur zum Opfer gefallen. Das Aussterben des Bibers (*Castor fiber*) ist in Polen etwa um die gleiche Zeit wie in den meisten übrigen Teilen Mitteleuropas erfolgt. Früher war er im ganzen Lande sehr häufig, so besonders an der Weichsel, dem Unterlauf der Nida, dem Narew, Bug und Niemen. Noch 1780 wird er für die Umgebung von Grodno als gemein bezeichnet, aber schon im Anfange des neunzehnten Jahrhunderts machte sich eine starke Abnahme bemerkbar, so daß von 1822—1842 nur noch sieben Stück erlegt wurden. Um 1840 hat *Reumann* ein Exemplar bei Plock beobachtet. Es ist sehr wahrscheinlich, daß der letzte Biber Westpreußens, der 1840 bei Kulm erschlagen wurde, durch Hochwasser der Weichsel aus Polen stromabwärts geführt worden ist. 1842 wurden zwei Exemplare in der Weichsel bei Warschau, 1851 gleichfalls zwei Stück in der Umgebung von Pulawy erbeutet. In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts soll die Art nach *Siemieradzki* am Zusammenfluß von Bug und Narew beobachtet worden sein, das letzte Exemplar wurde am Narew 1877 lebend gefangen. Der Schneehase (*Lepus timidus*), der im Gegensatz zu dem gemeinen Feldhasen (*Lepus europaeus*) bebaute Gegenden meidet, hat früher im nördlichen Polen ein größeres Areal bewohnt. Er scheint dort, wo er mit dem Feldhasen zusammen vorkommt, von diesem allmählich verdrängt zu werden. Die Waldentblößung großer Distrikte hat auch die *Artiodactylen* betroffen. Der Elch (*Alces alces*) war schon in den zwanziger Jahren des vorigen Jahrhunderts auf den nördlichen Teil des Landes beschränkt. 1844 soll er in der Gegend von Rajgrad noch Standwild gewesen sein, dürfte aber gegenwärtig nicht mehr der bodenständigen Tierwelt Polens angehören. Im Sumpfgebiet bei Osowiec kommt er als Wechselwild vor. Aus dem Polesie wanderten noch in der neuesten Zeit einzelne Exemplare auf das linke Bugufer hinüber. Im Anfange des neunzehnten Jahrhunderts war der Radomer Wald wegen seiner Hirschjagden berühmt. In den Forsten des kaiserlichen Hofjagdreviers Spala, in denen über 5000 Stück Rotwild (*Cervus elaphus*) standen, ist nur ein kleiner Rest übrig geblieben, der sorgfältig geschont wird. Meistens kommt das Rotwild in Polen nur in kleinen Beständen vor, in den stark entwaldeten Teilen des Königreichs fehlt es vollständig. Jedenfalls trifft die Behauptung von *Possart*, *Lu-*

kaszewicz und *Mulkowski* (1840), daß das Land mit Wild fast überfüllt sei, für die Gegenwart nicht mehr zu. Selbst Rehe (*Cervus capreolus*) sind nach den Erfahrungen *Laspeyres'* zwar überall, meistens aber überraschend spärlich vertreten. Später als in anderen Teilen Mitteleuropas ist der Auerochse (*Bos primigenius*) in Polen ausgestorben, dessen Name (tur) noch heutzutage in zahlreichen Ortsbezeichnungen fortlebt. Im Anfange des sechzehnten Jahrhunderts begann dieses Wildrind selten zu werden, und um 1550, als der österreichische Gesandte *Freiherr von Herberstein* vom König Sigismund August einen Auerochsen als Geschenk erhielt, war die Art wohl nur noch in der Jaktorówka südwestlich von Warschau und im Tiergarten von Zamoyski vertreten. 1599 betrug der Bestand der Jaktorówka 24 Stück, 1627 starb der letzte Auerochse dieses Reviers. Möglicherweise ist diese Spezies nach *Wrzesniowski* im Tiergarten von Zamoyski einige Jahre später als in Masowien erloschen. Auch der Wisent (*Bison bonasus*) kommt im Königreich Polen nicht mehr vor, hat sich aber im Walde von Bialowieza unter dem Schutze strenger Jagdgesetze als charakteristischer Bestandteil der europäischen Waldfauna bis zur Gegenwart erhalten. Nach *Szalay* war die Zahl der Wisente am Anfange des Mittelalters kleiner als diejenige des Auerochsen. Indessen muß sich dieses Verhältnis schon im fünfzehnten Jahrhundert zugunsten des Wisents verschoben haben. Noch 1453 konnte König Kasimir bei Kowno eine große Wisentjagd veranstalten. Im sechzehnten und siebzehnten Jahrhundert wurde der Wisent anscheinend nur noch in Tierparks gehalten, so z. B. bei Ostrolenka, Warschau und Zamosc.

Auch die Vogelwelt hat einen erheblichen Rückgang erfahren. Der Steinadler (*Aquila chrysaetos*) nistete schon zur Zeit *Taczanowskis* nicht mehr in Polen, ist also dort vermutlich etwa zur gleichen Zeit ausgestorben wie in Schlesien, aber wesentlich früher als in Ostpreußen, wo er nach *Tischler* noch Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts regelmäßiger Brutvogel war. Die Angabe *Floerickes*, daß Steinadler in den Wäldern bei Skierniewice noch jetzt horsten, muß ins Fabelreich verwiesen werden. Aber auch andere Raubvögel sind in Polen nur spärlich vertreten, eine Erscheinung, die bisher von jedem deutschen Beobachter hervorgehoben worden ist und die *Stoleman* schon vor zwei Jahrzehnten veranlaßt hat, energisch für den Schutz der einheimischen Raubvögel einzutreten. Worauf Polens Armut an Raubvögeln zurückzuführen sei, ist eine schon mehrfach erörterte Frage. Wer sie beantworten will, wird vor allem berücksichtigen müssen, daß nicht nur Ostdeutschland mit seiner intensiven Bewirtschaftung des Bodens, sondern nach des *Grafen Zedlitz* Schilderung auch das Sumpfgebiet des Polesie einen stärkeren Bestand an Raubvögeln ernährt als Polen, das in räumlicher wie in wirtschaftlicher Beziehung eine

Mittelstellung zwischen beiden Gebieten einnimmt.

Auf die niedere Tierwelt hat die starke Entwaldung des Landes gleichfalls einen nachteiligen Einfluß ausgeübt. So sind mit der Einschränkung von Eichenwäldern in der Umgebung von Zawiercie *Lucanus cervus* und *Thecla ilicis* verschwunden.

Die Trockenlegung von Sümpfen und Mooren hat seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in Polen einen solchen Umfang angenommen, daß sie auch an der Tierwelt nicht spurlos vorübergehen konnte. Schon *Taczanowski* beklagt den starken Rückgang der Wasservögel, deren Verminderung nach *Domaniewski* in den letzten zwei Jahrzehnten weitere Fortschritte gemacht hat. Bald nach der Mitte des vorigen Jahrhunderts starb das Moorschneehuhn (*Lagopus lagopus*) im nördlichen Teile des Gouvernements Suwalki aus. Immerhin nehmen sumpfige Niederungen in Polen auch heutzutage noch ansehnliche Flächen ein, so daß mancher Kulturflüchter dort erhalten blieb, der in anderen Ländern unseres Erdteils im Kampfe mit der menschlichen Kultur unterlag. So ist der Nörz (*Putorius lutreola*), der sich durch seine versteckte Lebensweise leicht der Beobachtung entzieht, in Polen noch heimberechtigt. Nach zuverlässigen Berichten kommt er im Gebiete der Herrschaft Zamoyski sowie in Bagno Jata im Kreise Lukow vor. Der Kampfläufer (*Pavoncella pugnax*) tritt in Polen in einer Individuenzahl auf, die sonst wohl nirgends im Binnenlande auf gleicher Fläche erreicht wird. Für die Erhaltung derartiger Tierformen ist neben anderen das große Sumpfgebiet um Osowiec von erheblicher Bedeutung. Die Häufigkeit des weißen Storches (*Ciconia alba*) erregt selbst die Aufmerksamkeit des Laien. Besonders im Narwgebiete wird man nur selten eine Ortschaft antreffen, in der nicht mehrere Paare ihr Nest aufgeschlagen haben. Und doch glauben polnische Faunisten eine Abnahme dieses Watvogels feststellen zu können. Ob Polens größte, im Gouvernement Plock gelegene Fischreiherkolonie (*Ardea cinerea*), die in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts nach sachverständiger Schätzung etwa 1000 bewohnte Horste umfaßte, in neuerer Zeit durch Eingriffe des Menschen an Ausdehnung verloren hat, entzieht sich meiner Kenntnis.

Während in Deutschland die Intensität der Bodenkultur zu einer beträchtlichen Einschränkung der Ödländereien geführt hat, sind in Polen noch große Flächen vorhanden, die niemals dem Pfluge unterworfen waren. Buschsteppen wechseln mit Flugsandgebieten ab, auf denen eine zwar artenarme, aber charakteristische Fauna gedeiht. Unweit der schlesischen Grenze liegt nördlich von Olkusz ein Sandfeld, das, von der Biala Przemsza durchflossen, bei einer Längenausdehnung von 8 km eine Breite von 3 km erreicht. Aber auch in anderen Gebieten Polens wird die

Kulturfläche durch ansehnliche Stücke unbebauten Landes unterbrochen. Infolgedessen ist die Haubenlerche (*Galerida cristata*) überall außerordentlich häufig. Noch auffälliger erscheint dem deutschen Wanderer freilich das zahlreiche Auftreten des Steinschmätzers (*Saxicola oenanthe*). Das Urteil des Grafen *Dzieduszycki*, daß dieser Vogel in Polen überall gemein sei, hat auch für die Gegenwart uneingeschränkte Gültigkeit. In Ostpreußen hat sein Bestand nach *Tischler* merklich abgenommen, so daß er stellenweise fast vollständig verschwunden ist. Auch im Odergebiet scheint er im allgemeinen immer seltener zu werden. Ist es unter diesen Umständen nicht recht bezeichnend, daß er in Schlesien nur für die Umgegend von Mysłowitz und Landsberg an der Prosna von zuverlässigen Beobachtern als gemein bezeichnet wird?

Nach *Grabski* nahm in Polen das pflügbare Land 1914 durchschnittlich 56,3 % des Areal ein. Dieser Betrag wird im westlichen Teil der mittelpolnischen Ebene auf beiden Ufern der Weichsel wesentlich überschritten, so besonders in den Kreisen Plonsk (76,3 %), Plock (78,4 %) und Kutno (79,5 %). Die größte Ausdehnung besitzt das pflügbare Land im Kreise Nieszawa, wo mehr als 80 % des Areal dem Anbau von Kulturpflanzen dienen. Unter den Säugetieren, die dem Getreidebau folgen, ist besonders der Hamster (*Cricetus frumentarius*) zu nennen, der in Süd- und Mittelpolen weit verbreitet ist, aber dem Polesie und den großen Waldgebieten Nordpolens fehlt. Infolge der Vergrößerung der Anbauflächen hat ferner der Ortolan (*Emberiza hortulana*) sein Areal in den letzten Jahrzehnten ausgedehnt. Bei Petrikau und Warschau fehlte er nach *Stronczyński*s Bericht bis zum Jahre 1839, wie er auch in Oberschlesien rechts der Oder ursprünglich nicht heimisch war. 1855 wurde er zum erstenmal bei Lublin, 1878 bei Krasnystaw beobachtet. Zur Zeit *Taczanowski*s bezeichnete Lomża die äußerste Nordgrenze seiner Verbreitung in Polen, jetzt hat ihn *Stolz* sogar im nördlichen Teile des Gouvernements Suwalki angetroffen. Brachliegende Felder mit üppig wucherndem Unkraut scheinen auch in Friedenszeiten in Polen keine Seltenheit zu sein. Die Distelwildnis, die auf ihnen emporblüht, lockt zahlreiche Körnerfresser an. Stieglitz (*Carduelis carduelis*) und Bluthänfling (*Acanthis cannabina*) sind daher an solchen Stellen häufig, wie schon von anderer Seite treffend hervorgehoben wurde.

Die unregulierten Flüsse Polens mit ihren kahlen Sandbänken und von dichtem Weidengestrüpp erfüllten Werdern beherbergen ein ungleich reicheres Vogelleben als unsere deutschen Ströme. So ist der Niemen, wie *Dobbrick* beobachtete, in Ostpreußen tierärmer und infolgedessen reizloser als jenseits der russischen Grenze. Nirgends tritt dieser Unterschied aber so wirkungsvoll hervor wie zwischen dem deutschen und dem polnischen Anteil der Weichsel. Die politische Grenze scheidet

hier auch faunistisch zwei Welten. Wer auf einer Weichselfahrt in Polen das muntere Treiben der zahlreichen Flußeeschwalben (*Sterna hirundo*) und Zwergseeschwalben (*Sterna minuta*) mit den Schilderungen älterer deutscher Schriftsteller vergleicht, könnte sich um mindestens fünfzig Jahre in die Vergangenheit der eigenen Heimat zurückversetzt fühlen. Nur die Seen des deutschen Küstengebietes haben heutzutage noch große Brutkolonien dieser zierlichen Vögel aufzuweisen. Allenthalben begegnet man im Weichselgebiet der Uferschwalbe (*Clivicola riparia*), die ihre Nisthöhlen in den Steilrand des Talhanges gräbt. Auf den dünnen Sandbänken läuft steifbeinig der Flußregenpfeifer (*Charadrius dubius*) umher. In den kleinen Wäldchen, die den Flußlauf säumen, ist der schwarze Milan (*Milvus korschun*) Brutvogel. Da das Wasser der Weichsel im allgemeinen wenig verunreinigt ist, gedeiht in ihm eine reiche Najadeenfauna. Überall sieht man im Sande des Flußbettes die charakteristischen Kriechspuren der Unioniden. Selbst im Stadtgebiet von Ozenstochau enthält die Warthe Flußmuscheln der verschiedensten Lebensalter. *Sphaerium corneum* und *Dreissensia polymorpha* dürften keinem größeren Flusse Polens fehlen. Wenn trotz dieser günstigen Lebensbedingungen der Fischbestand der polnischen Ströme außerordentlich gering ist, so ist die Hauptschuld der Raubwirtschaft zuzuschreiben, die den schon von *Malte Brun* gerühmten Fischreichtum des Landes untergraben hat. Besonders in der Weichsel und im Wieprz sind die Erträge der Fischerei stark zurückgegangen. Nur die Einführung gesetzlicher Schonzeiten und die Sorge für künstliche Nachzucht könnte eine Hebung der Flußfischerei herbeiführen. Eine starke Abnahme zeigen in neuerer Zeit die potamodromen Wanderfische. Außer dem Lachs (*Salmo salar*) wird auch der Stör (*Acipenser sturio*) immer seltener, der bei Nieszawa zur Gewinnung des kleinkörnigen Weichselkaviars gefangen wird. Der jährliche Ertrag soll zwischen 800 und 1500 kg schwanken. Der Krebsbestand Polens hat unter der Krebspest stark gelitten, einer Epidemie, die sich in wenig mehr als einem Jahrzehnt vom atlantischen Ozean bis an den Ural verbreitet hat. Nach *Hofers* Auffassung ist die Entstehung der Seuche durch die starke Verunreinigung der Gewässer befördert worden. Da die polnischen Ströme im allgemeinen noch nicht so stark verschmutzt sind wie die meisten Flüsse Deutschlands, ist die Krebspest in ihnen vielleicht nicht primär entstanden, sondern aus verseuchten Nachbargebieten eingeschleppt worden. Im Anfange der neunziger Jahre war die Weichsel verpestet. Daß die Krankheit noch nicht als erloschen betrachtet werden darf, beweist die weite Verbreitung der durch den gleichen Erreger erzeugten Schuppensträubung der Karpfen, die gegenwärtig fast 10 % der polnischen Teichwirtschaften befallen hat. Zu den Gebieten, die von der Krebspest verschont geblieben sind, scheint außer gewissen

Bezirken des südpolnischen Hügellandes auch der größte Teil der Gouvernements Plock und Siedlce zu gehören.

Die Zahl der *Tiere, die sich vollkommen an den Menschen gewöhnt haben und in die Städte eingewandert sind*, ist recht gering. Vögel, die im größten Teile Mitteleuropas längst zu ständigen Bewohnern der Steinbauten geworden sind, werden in Polen noch im ursprünglichen Zustande an Felswänden nistend angetroffen. Als Beispiel nenne ich den Hausrotschwanz (*Erithacus titys*), dessen geringe Verbreitung wohl durch den Mangel an steinernen Häusern in den Dörfern bedingt ist. Die älteren polnischen Faunisten kennen ihn nur als Bewohner des südwestlichen Hügellandes, wo Czenstochau und Kielce lange die nördlichsten Punkte seiner Verbreitung bezeichneten. 1877 wird er zum ersten Male in Warschau, 1896 in Pulawy beobachtet. Jetzt tritt er auch in Wloclawek und Thorn auf, hat also offenbar das Weichselthal als Wanderstraße benützt. Seine Verbreitung im Lubliner Hügellande ist sehr beschränkt. Stolz hat ihn in Tomaszów (Gouvernement Lublin) gefunden, dagegen scheint er nach meinen allerdings nur kurzen Beobachtungen in Cholm zu fehlen. Bacmeister gibt ihn nur für die Umgebung von Cyców (Gouvernement Lublin) an. Im nördlichen Teile des Landes ist der Vogel unbekannt. Auch der Mauersegler (*Apus apus*) scheint sich in Polen noch nicht lange dem Stadtleben angepaßt zu haben. In Warschau, wo man sein lautes Kreischen besonders in den späten Nachmittagsstunden häufig vernimmt, hat er sich auf Türmen und hohen Mietskasernen angesiedelt, während er im südlichen Teile des polnischen Jura in den Klüften steiler Kalkfelsen brütet.

Beachtenswert ist ferner das Verhalten der Amsel (*Turdus merula*). Diese Art ist in Polen ein im dichten Gebüsch nistender Waldvogel von großer Scheuheit, den man selbst in den ausgedehnten Parkanlagen von Warschau vergebens sucht. Nur äußerst selten wird in Polen ein Exemplar auch im Winter angetroffen. Wie ich bereits an anderer Stelle betont habe, wird die Ostgrenze der „Gartenamsel“ gegenwärtig etwa durch eine Linie bezeichnet, die von Zoppot über Lissa i. P. nach Ratibor verläuft. Man darf daher vermuten, daß im westlichen Teile der mittelpolnischen Ebene, besonders in den Städten des Weichseltales, vielleicht schon in den nächsten Jahren „Gartenamseln“ auftreten werden. Auch der Star (*Sturnus vulgaris*) hat sich in Polen noch nicht so eng an den Menschen angeschlossen wie in unserer Heimat. Er brütet dort, wie noch vor fünfzig Jahren im östlichen Teile Oberschlesiens, fast ausschließlich in hohlen Bäumen.

Die Gebirgsbachstelze (*Motacilla boarula*), die bei uns ihr Brutgebiet immer weiter ausdehnt, indem sie den Flußläufen folgend in die Ebene hinabsteigt, ist in Polen der echte Gebirgsvogel geblieben, als den ihn vor Jahrzehnten auch Deutschlands Ornithologen kannten. In Schlesien

ist sie schon bis zur Linie Mysłowitz—Trachenberg—Sagan vorgedrungen, aus Posen liegen nur wenige Beobachtungen vor, dagegen ist sie für Westpreußen als regelmäßiger Brutvogel nachgewiesen worden.

Daß die Bauart der ländlichen Siedlungen einen gewissen Einfluß auf die Tierwelt ausübt, darf nach Erfahrungen in anderen Gebieten als sicher angenommen werden, auch wenn exakte Beobachtungen aus Polen augenblicklich noch fehlen. Insbesondere liegt die Vermutung nahe, daß in den alten Plankenzäunen der polnischen Dörfer noch manche Käferart freudig gedeiht, deren Areal in Deutschland durch scheinbar geringfügige Maßnahmen des Menschen stark eingeschränkt worden ist. In ganz auffälliger Weise wird durch die unhygienischen Verhältnisse der Siedlungen die Entwicklung lästiger und teilweise gefährlicher Insekten begünstigt. Die ungedeckten Aborte und offenen Misthaufen, ausgedehnte Müllfelder, die sich inmitten der Ortschaften finden, und Straßenrinnen, in die bei dem Mangel jeglicher Kanalisation alle Abwässer geschüttet werden, bilden Brutplätze zahlloser Fliegen. Welchen Umfang eine Fliegenplage annehmen kann, zeigen die Beobachtungen, die Hase im Sommer 1915 in dem Dorfe Ruda zwischen Grajewo und Osowiec sowie in dem hauptsächlich von Juden bewohnten Städtchen Stawiski gemacht hat, und die ich für andere Teile des Landes aus eigener Anschauung bestätigen kann. An der Zusammensetzung der Fliegenschwärme sind besonders die Stubenfliegen (*Musca domestica* und *Homalomyia canicularis*) beteiligt, die als Verbreiter infektiöser Darmkrankheiten nach dem Wort eines polnischen Dipterologen alljährlich mehr Menschen umbringen als alle wilden Tiere zusammen. Daneben kommen auch Fleischfliegen (*Sarcophaga carnaria*), Schmeißfliegen (*Calliphora erythrocephala* und *Calliphora vomitoria*), Latrinenfliege (*Homalomyia scalaris*) und Schlammfliege (*Eristalis tenax*) in Betracht. Als Überträger des Fleckfiebers spielen in Polen die Läuse eine wichtige Rolle. Hase fand unter der Zivilbevölkerung 73 % der Kinder, 90 % der Frauen und 58 % der Männer mit Läusen behaftet.

In den ländlichen Bezirken Polens ist das Heimchen (*Gryllus domesticus*) noch recht häufig, während es in manchen Teilen Deutschlands in den letzten Jahrzehnten zweifellos seltener geworden ist. Vermutlich dürfte die Ursache des Rückganges der Hausgrille in der durch den Handelsverkehr begünstigten Ausbreitung gewisser Schabenarten zu suchen sein, die in Mitteleuropa ursprünglich nicht einheimisch waren. Der Mangel an Reinlichkeit hat in Polen zwar zu einer Überhandnahme von *Periplaneta orientalis* geführt. Da diese Schabe aber überwiegend in den großen Städten auftritt, scheint sie den Bestand des Heimchens vorläufig noch nicht zu gefährden. Die Hausratte (*Epimys rattus*), die in vielen Teilen Europas verschwunden, und zwar, wie viel-

fach angenommen wird, durch die kräftigere, von Osten gekommene Wanderratte (*Epimys norvegicus*) verdrängt worden ist, gilt auch in Polen als ausgestorben. So hebt *Walecki* hervor, daß die im Warschauer zoologischen Museum aufbewahrten Hausratten sicher nicht aus Polen stammen, und *Taczanowski* schreibt 1877: „On ne sait pas s'il existe encore dans le pays, je ne l'y ai jamais vu; j'ai eu seulement des exemplaire fournis par M. Wankowicz du gouvernement de Minsk en Lithuanie.“ Vielleicht haben sich aber stellenweise doch kleine Kolonien von *Epimys rattus* erhalten. Nach *Tennenbaum* soll die Art noch in neuerer Zeit im Gouvernement Lublin beobachtet worden sein. Aus dem westlichen Rußland wird sie von mehreren Autoren übereinstimmend für das Gouvernement Minsk angegeben. Das Breslauer zoologische Museum hat 5 Exemplare aus Wischniew südlich von Smorgon erhalten.

Während der Mensch im allgemeinen die Tierwelt stark dezimierte, hat er in manchen Fällen durch Einfuhr fremder Arten eine Bereicherung der Fauna herbeigeführt. Das den Mittelmeerländern entstammende Damwild (*Dama dama*) hat auch in Polen Bürgerrecht erworben, dagegen war das aus dem Südwesten unseres Erdteils nach Deutschland importierte und bei uns in vielen Gegenden zur Plage gewordene Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*) in Polen bis vor kurzem in wildem Zustande unbekannt. Wie ich an anderer Stelle ausgeführt habe, ist das wilde Kaninchen erst in den letzten zwei bis drei Jahrzehnten in Russisch-Polen eingewandert, und zwar dürfte die Invasion im wesentlichen von Schlesien und dem südlichen Posen ausgegangen sein. Der aus den pontischen Ländern eingeführte Edelfasan (*Phasianus colchicus*) war im dreizehnten und vierzehnten Jahrhundert in Masowien sehr häufig; besonders zur Zeit des Königs Stanislaus August bestanden große Fasanenzüchtereien. Schon damals dürfte der Fasan in manchen Gegenden, z. B. im Fürstentum Lowicz, zum Tier der freien Wildbahn geworden sein. Die auch in Polen neuerdings an Häufigkeit zunehmenden Ringfasanen, die sich von dem Edelfasan durch den Besitz eines weißen Halsringes unterscheiden, sind wohl aus der Kreuzung des Edelfasans mit dem ostasiatischen *Phasianus torquatus* hervorgegangen.

Schließlich ist die heutige Verbreitung des Karpfens (*Cyprinus carpio*) gleichfalls ein Werk des Menschen. Vor Ausbruch des Krieges bestanden in Polen etwa 500 Fischzüchtereien, die fast ausschließlich Karpfen und Schleien produzierten. Bachsaibling (*Salmo fontinalis*) und Regenbogenforelle (*Trutta irideae*) wurden aus Nordamerika in die Gewässer des südpolnischen Hügellandes verpflanzt.

Wie bei Lyck und Marggrabowa das Vorkommen der Weinbergschnecke (*Helix pomatia*) an Ordensniederlassungen und Herrensitze gebunden ist, auf denen sie ehemals als beliebte Fastenspeise gezüchtet wurde, so dürfte auch Nordpolen nicht

zum ursprünglichen Verbreitungsgebiet dieses Weichtieres gehören. Auch die Kolonie von Weinbergschnecken, die *Geyer* kürzlich im Niemengebiet auffand, machte den Eindruck künstlicher Anpflanzung. Dagegen scheint *Helix pomatia* im südlichen Teile des polnischen Jura autochthon zu sein. Freilich wird sich die Grenze zwischen primärer Verbreitung und sekundärer Einschleppung heutzutage nicht mehr mit Sicherheit feststellen lassen.

So läßt die Betrachtung der Abhängigkeit der Fauna von der Kultur des Menschen Polen als Bindeglied zwischen Ost- und Mitteleuropa erscheinen. Die Lebensbedingungen der Tiere sind dort nicht mehr so unberührt wie in manchen der Erhaltung gewisser Kulturflüchter besonders günstigen Landschaften Osteuropas, aber die kulturellen Einflüsse wirken auch noch nicht mit solcher Intensität wie im Herzen unseres Erdteiles. Infolgedessen befindet sich Polens Tierwelt in den mannigfaltigsten Stadien der Anpassung an die Existenzbedingungen des Kulturlandes und erscheint dem aufmerksamen Beobachter geradezu als Schlüssel zum Verständnis der Faunengeschichte der eigenen Heimat. Mit der kulturellen Hebung des Landes, vor allem der planmäßigen Regulierung seiner Wasserstraßen und der Pflege einer rationellen Forstwirtschaft wird darum in Zukunft notwendigerweise eine starke Beeinträchtigung des Tierlebens verbunden sein, und in wenigen Jahrzehnten wird auch die polnische Fauna das Bild der mitteleuropäischen Verödung zeigen. Indessen wird diese Entwicklung keinesfalls zu einer Ausbreitung des mitteleuropäischen Faunenelements, sondern wie in anderen Kulturländern des östlichen Zentral-europas, eher zu einer verstärkten Einwanderung submediterranean und pontischer Typen führen.

Die Frage nach dem Einfluß des Krieges auf die Tierwelt ist schon wiederholt eingehend erörtert worden. Freilich hat man dabei mehr an die psychischen Wirkungen der modernen Schlachten als an bleibende Veränderungen in der Zusammensetzung der Fauna gedacht. Wer auf einer Reise durch Polen die Stätten besucht hat, an denen ein Jahr vorher noch erbitterte Kämpfe getobt hatten, macht allenthalben die Wahrnehmung, wie rasch die Natur das grausige Bild der Zerstörung liebevoll zu verhüllen vermag. Die rauchgeschwärzten Trümmer umrankt freundliches Grün, auf dem Schornstein, der oft allein als Rest des niedergebrannten Hauses stehen geblieben ist, hat ein Storchenpaar (*Ciconia alba*) sein Nest aufgeschlagen, und in die Wände des Granattrichters haben Uferschwalben (*Clivivola riparia*) sich ihre Wohnung gegraben. Unter dem Eindruck solcher Beobachtungen vergißt man die Verluste, die der Krieg auch der Tierwelt zugefügt hat. In der Kampfzone ist das Tierleben stark dezimiert worden, und es ist durchaus möglich, daß einzelne isolierte Standorte seltener Spezies vernichtet worden sind. Beispiele für die

vollständige Ausrottung von Arten sind dagegen nicht bekannt geworden. Natürlich entbehrt es auch jeder Berechtigung, wenn ornithologische Dilettanten von einer durch den Krieg verursachten Änderung der Zugstraßen der Vögel reden. Abgesehen davon, daß die Beobachtungszeit viel zu kurz ist, um dauernde Veränderungen festzustellen, könnte es sich bei der geringen Tiefe der jeweiligen Kampfzone nur um ganz lokale Abweichungen von der normalen Zugstraße handeln. Manchen Tieren ist durch den Krieg eine wesentliche Verbesserung ihrer Lebensbedingungen zuteil geworden. So haben sich in Polen während des Krieges die Füchse (*Canis vulpes*), an manchen Stellen auch das Schwarzwild (*Sus scrofa*), vermehrt. Mit der Ruderalflora, die sich in der ehemaligen Kampfzone ansiedelt, hält auch eine neue Tierwelt ihren Einzug. In demselben Maße, wie das Areal der Waldfauna durch die aus militärischen Gründen notwendige Abholzung zahlreicher Forsten verkleinert worden ist, hat das Territorium der Steppentiere eine Vergrößerung erfahren. *Der Krieg trägt also dazu bei, den schon seit Jahrzehnten in allen Kulturländern zu beobachtenden Prozeß der Verdrängung der Waldfauna zu beschleunigen.* Zahlreiche Schädlinge dürften in den nächsten Jahren eine unerfreuliche Zunahme zeigen. Die Larven der meisten Borkenkäfer, manche Rüssel- und Bockkäfer haben die Eigentümlichkeit, fast ausschließlich kränkelndes Pflanzenmaterial zu befallen. Es ist daher damit zu rechnen, daß in den durch das Artilleriefeuer vernichteten und lange verwahrlost darniederliegenden Beständen Polens ein intensiver Borkenkäferfraß auftritt. Zweifellos haben die großen Kriegstransporte die Verschleppung gewisser Tierformen begünstigt und dadurch die nivellierende Wirkung des modernen Handelsverkehrs auf die Verbreitung der Tiere vertieft. Wenn über diesen Gegenstand bisher noch keine direkten Beobachtungen vorliegen, dürfen wir von einer Musterung der Umladeplätze und der Umgebung von Gefangenenlagern wertvolle Aufschlüsse erwarten.

Geologische Mitteilungen.

Neues über die Bedeutung der mitteldevonischen Pantoffelkoralle. Die merkwürdige Tetrakorallierfamilie der Calceolidae F. Roemer umfaßt gedeckelte Einzelkorallen mit zwei oder vier Seitenkanten, tiefem Kelch und zahlreichen nur schwach hervortretenden Septen. Seit ihre silurischen Vertreter besonderen Gattungen (*Goniophyllum*, *Rhizophyllum*) zugewiesen worden sind, kennt man von der Gattung *Calceola* nur noch *Calceola sandalina* Lam. als einzige Art. Leicht kenntlich durch die gefällige, schnabelförmig-pantoffelartige Gestalt, mit einem Hauptseptum in der Mitte der gewölbten, einem Gegenseptum in der Mitte der abgeplatteten Seite, und mit Seitensepten in den Ecken, ist *Calceola sandalina* über die Grenzen Europas hinaus überaus häufig im mittleren Devon. Der kräftige Deckel ist halbkreisförmig und weist auf der Innen-

seite ein Medianseptum und zahlreiche schwächere Nebenleisten auf.

Obwohl nun die Pantoffelkoralle der Calceolastufe des Eifler Mitteldevon den Namen gab, stimmt die Lebenszeit dieser häufigen Einzelkoralle keineswegs mit dem nach ihr benannten geologischen Zeitabschnitt überein. In dem Maße, als *Beyrich*, *Kayser*, *E. Schulz*, *Frech*, *Holzappel*, *Rauff* und *Quiring* nacheinander diese Erscheinung betonten, verlor *Calceola sandalina*, vordem das beliebteste und von allen Lehrbüchern betonte und abgebildete Musterbeispiel eines Leitfossils, mehr und mehr an stratigraphischer Bedeutung. *Schulz* und *Holzappel* konnten die Rolle der *Calceola* geradezu als irreführend bezeichnen, nachdem ersterem in der Hillesheimer Eifelkalkmulde der Nachweis gelang, daß die Pantoffelkoralle ihre eigentliche Blütezeit überhaupt erst nach Abschluß der Calceolastufe erreichte. Dementsprechend streichen beide Autoren den alten Namen Calceolastufe, für den zum Teil der Ausdruck „Eifelstufe“ wieder auflebte. Am krassesten hat *Holzappel* diese für die stratigraphische Gliederung recht unerwünschte Erscheinung geschildert, wenn er sagt, man könne es in der Eifel erleben, daß die Häufigkeit von *Calceola* ein Anhaltspunkt dafür ist, daß man sich nicht in dem Niveau der Calceolastufe befindet.

Um so bedeutsamer ist es, daß *R. Richter*¹⁾ die schwindende Bedeutung der Pantoffelkoralle als stratigraphisch wichtiges Leitfossil mit Hilfe einer variationsstatistischen Untersuchung voll wiederherstellen konnte, ein Nachweis, der ihm in überzeugender Weise gelungen ist.

Innerhalb der Art *Calceola sandalina* wurden schon von *Goldfuß* eine „hohe“ und eine „breite Spielart“ erkannt; ihre Trennung war aber nicht möglich, da angeblich lückenlose Übergänge bestehen sollten. Auch *Roemer* kennt Veränderlichkeit nach Größe und Form, *Quenstedt* hat diese Unterschiede aufs deutlichste empfunden, wenn er sagt: „Aus den vielen Varietäten des Eifler Kalk hat man nur eine Spezies, *Calceola sandalina*, zu machen gewagt.“ Das bedauerliche Durcheinander der verschiedenen Mitteldevonstufen und Vorkommen in den Eifelsammlungen war der Erkennung der zeitlichen Selbständigkeit beider Formen sehr ungünstig.

Richter lagen dagegen mehrere tausend Individuen von sicheren Fundpunkten in allen Devonstufen der verschiedenen Mulden vor. Immer hebt sich eine breite Form mit 60–70°, sogar bis 80° messendem Winkel der Rückenfläche an der Kelchspitze ab von einer schmalen Form mit Winkeln von 40–50°. Bei der breiten Hauptform ergibt Länge: Breite 1,00–1,15, bei der schmalen 0,80–0,90.

Eine lückenlose Übergangsreihe liegt aber nicht vor, das zeigt die Anordnung des Materials in einer Zufallskurve, die streng zweigipfelig ist, also zwei getrennte Formen mit ganz zurücktretenden Zwischenformen anzeigt.

Jedenfalls sind Kelche von 50–60° viel seltener als solche mit 40–50° auf der einen und 60–70° auf der anderen Seite. Konstruiert man aber die Kurven für sorgfältig nach Stufen gesondertes Material zu, so zeigt sich, daß an den beiden Gipfeln der Kurve für ungeordnetes Material jedesmal verschiedene Stufen beteiligt sind. Der Kurvengipfel 60–70°

¹⁾ *Richter*, Zur stratigraphischen Beurteilung von *Calceola* (*Calceola sandalina* Lam. n. mut. lata und alta), N. Jb. für Min., Geol. u. Pal. Jahrg. 1916, Bd. II, S. 31–46, Taf. III–VI.

gehört der Calceolastufe, der mit 40–50° der Stringocephalenstufe an. Überwiegen von Kelchen mit einem Winkel von 60°, Fehlen von solchen unter 50°, einzelne Kelche mit noch größerem Winkel als 60° spricht für Calceolastufe. Ihre Form ist zu benennen *Calceola sandalina* Lam. mut. *lata* Richter. Überwiegen der Winkelgrößen von 50° oder weniger, Fehlen von solchen über 60°, einzelne Kelche mit weniger als 50° genügt zur Feststellung der Stringocephalenstufe mit *Calceola sandalina* Lam. mut. *alta* Richter. Es liegen also zwei morphologisch und zeitlich geschiedene Calceolaformen vor, deren jede eine der Hauptabteilungen des Mitteldevons bezeichnet, also stratigraphischen Wert besitzt. In Belgien fehlt *Calceola sandalina* in der Oberstufe des Mitteldevon völlig. Eine schöne Bestätigung der Ergebnisse der Richterschen Untersuchung liefert ein Nachwort von Frech. Das Auftreten von *Calceola* in der Unterstufe des Mitteldevon hat nach ihm für den gesamten asiatischen Kontinent Geltung, so daß die Beibehaltung des Namens „Calceolastufe“ gerechtfertigt ist.

Die Fährten von Chirotherium. Seit Konsistorialrat Sickler in Hildburghausen im Jahre 1833 die ersten der vielbesprochenen Fährten von Chirotherium beim Bau eines Gartenhauses entdeckte, lassen die in der Zwischenzeit erfolgten Funde mehrere größere Verbreitungsgebiete innerhalb Deutschlands erkennen.

1. *Nördlich des Thüringer Waldes:* Das Gebiet von Jena mit dem von Gumperda, Bockedra, Waldeck, Weißenfels.

2. *Südlich des Thüringer Waldes:*

a) Das Verbreitungsgebiet von Hildburghausen-Wasungen.

b) Das Verbreitungsgebiet von Kulmbach.

3. *Die Gegend von Fulda bis Aura bei Kissingen.* Nach dem niveaubeständigen Vorkommen der Tierfährten erhielt das Hangende des mittleren Buntsandsteins, zuerst von Frantzen, den Namen Chirotherium-Sandstein, dessen Abgrenzung vom liegenden Bausandstein nicht immer leicht ist. Nach Norden zu, in Südhannover, macht sich zunehmende Vertonung des Chirotheriumhorizontes bemerkbar.

Als Grundlagen für eine von Geheimrat Walther angeregte Untersuchung der Chirotheriumfährten benutzte Karl Willruth (Die Fährten von Chirotherium, Diss., Halle, 1917) die als Normalform angesehene Heßberger Platte und das reiche Material des Bornemannschen Nachlasses in Halle. Ferner die Fährtenplatten der Universitätsammlungen in Berlin, Halle, Jena, Leipzig, Würzburg und der Lokalsammlungen in Altenburg, Coburg, Culmbach, Fulda, Gotha, Hildburghausen und Meiningen. Das einschlägige Material war also in seltener Vollständigkeit vereinigt, und um auch die schweren Platten der einzelnen Museen miteinander vergleichen zu können, wurde ein Abklatschverfahren — Aufbürsten feuchten, ungeleimten Papiers — angewandt, dessen sich die Archäologen zur Abformung von Skulpturen und Inschriften bedienen.

Die systematische Ausmessung der Fährten ist methodisch von Wert. Bestimmt wurden:

Länge des Hinterfußes: Vom Fersenende bis zur Spitze des dritten Zehen.

Spannweite: Spitze des ersten Zehen bis zur Ballenpitze.

Breite und Entfernung des Hinterfußes bis zum zugehörigen Vorderfuß.

Die gleichen Maße gelten auch für den Vorderfuß, dem allerdings der Fersenabdruck meist fehlt. Die *Schrittlänge* reicht vom Fersenende eines linken zu dem eines rechten Hinterfußes, die *einseitige Schrittlänge* vom Fersenende eines linken Hinterfußes bis zum Fersenende des nächsten Abdruckes desselben Fußes. Endlich die *Spurbreite* als Abstand zweier Linien gebildet durch die Entfernungen zweier linker und zweier rechter Ballenpitzen.

Als Ballen wurde der bisher als „Daumen“ bezeichnete Teil der Fährte erkannt. Seine Deutung als Zehe würde seitliche Schwankungen des schreitenden Tieres erfordern, mit denen die Parallelität der Zehenabdrücke in Widerspruch steht. Eine Vorstellung von den Maßen des Tieres, das die Fährten erzeugte, wurde auf experimentellem Wege ermöglicht. Eine durch aneinandergeklebte Abklatsche hergestellte 4 m lange Fährte wurde mit einem Modell in Einklang gebracht, dessen Rumpflänge, Achsenstellung und Extremitätenlänge variiert werden konnte, bis ein Gestell erzielt wurde, das die gegebene Fährte in allen Einzelheiten abzuschreiten gestattete. Demnach muß das Tier der Heßberger Normalfährte bei einer *Schrittlänge* von 60,5 cm eine Rumpflänge von 76 cm besessen haben. Für die Vorderbeine ergeben sich 63 cm, für die Hinterbeine 72 cm Länge.

Die häufigsten Fährten stammen also von einem etwa wolfsgroßen Tier, das mit parallelen Zehen dahinschreitend oft den vollen Umriß der vierzehigen Vorder- und Hinterfüße, oft auch nur drei der Zehen im Sandboden abdrückte. Dem linken Vorderfuß folgte der rechte Hinterfuß, dem rechten Vorderfuß der linke Hinterfuß, wobei häufig die Ferse des Vorderfußes von den Zehen des Hinterfußes wieder verwischt wurde.

Diese mittelgroße Form wurde von Kaup *Chirotherium Barthi* genannt. Zuweilen finden sich ähnliche Fährten von wesentlich größeren Dimensionen. Eine viel häufigere kleine Form besitzt andere Größenverhältnisse, vor allem ist die Schrittlänge verhältnismäßig größer. Sie wurde Bornemann zu Ehren *Chirotherium Bornemannii* benannt, da es durchaus nicht sicher ist, daß sie von Jugendformen des Chirotherium Barthi Kaup erzeugt wurde. Die Unterschiede beider Formen erstreckten sich auf Schrittlänge, Gangart, Entfernung des Vorder- vom Hinterfuß und Gestalt der Zehen.

Chirotherium Barthi und *Bornemannii* kommen nur an der Grenze zwischen mittlerem und oberem Buntsandstein (= Thüringer Chirotheriensandstein) vor. Da alle aus dem Hangenden und Liegenden dieses Horizontes stammenden untersuchten Fährten von anderen Tieren herrühren, können die Fährten von Chirotherium als gutes Leitfossil angesehen werden.

Die deutschen Ceratiten. Im Gegensatz zu den meisten anderen Ammonitengruppen, bei denen man oft sogar recht freigebig mit Unterabteilungen und neuen Artbenennungen war, sind die Ceratiten des deutschen Muschelkalks trotz der Anregungen, die Leopold von Buch gab, ungebührlich vernachlässigt worden. Grundlegend für die Ausfüllung dieser eigentlich unbegreiflichen Lücke, die höchstens in der Schwierigkeit der Aufgabe ihre Erklärung finden kann, war E. Philipp's *Monographie*¹⁾, obwohl auch sie noch nicht erreichte, das tiefeingewurzelte Mißtrauen gegen die stratigraphische und paläontologische Bedeutung der Ceratiten ganz zu zerstreuen. Auf diesem Wege ist

¹⁾ Die Ceratiten des oberen deutschen Muschelkalkes. Geol. u. Pal. Abh. N. F. Bd. IV, H. 4.

der leider viel zu früh vom Kriege dahingerafft *A. Riedel*¹⁾ auf Anregung seines Lehrers *E. Stolley*²⁾ zielbewußt weiter geschritten. Ausgehend von einem enger umgrenzten Gebiet nördlich des Harzes erweitert er zunächst den bisher durch *E. Philippi* bekannt gemachten Formenschatz beträchtlich. Hier bietet sich eine ausgezeichnete Grundlage für die noch immer in reichem Maße notwendige Kleinarbeit, die eine lohnende Aufgabe für Lokalforscher und Sammler darstellt. Die Fragestellung für die noch ungelösten Probleme finden sich bei *Riedel* und *Stolley* klar entwickelt. Eine Neubelebung des Interesses für die deutschen Ceratiten wäre das schönste Denkmal, das dem Toten gesetzt werden könnte; ihre stratigraphische Bedeutung für die Aufgaben des kartierenden Geologen werden sich wohl sicher Geltung verschaffen.

Unter dem Namen Ceratitenschichten versteht *Riedel* das, was früher unter dem Namen „Tonplatten“ oder „Nodosusschichten“ ging. *Ceratites nodosus* ist ja nach heutigen Begriffen nur für eine enge Zone innerhalb der Ceratitenschichten leitend.

Nimmt man, wie es allgemein üblich ist, die Oberkante des Trochitenkalkes als untere Begrenzung der Ceratitenschichten an, so kann das nur unter Inkaufnahme gewisser stratigraphischer Mängel geschehen. Die Trochitenfacies war ungünstig für die Entwicklung der Ceratiten — es finden sich nur kümmerliche Bruchstücke —, ist aber in Norddeutschland nicht immer in der bezeichnenden dickbankigen Weise entwickelt. Der Trochitenkalk kann ganz das Aussehen von Tonplatten annehmen, und in der Hildesheimer Gegend enthält er eine mehrere Meter mächtige Tonplattenlage. Die obere Grenze der Trochitenriffe scheint demnach keineswegs gleiches Niveau einzuhalten, sie wichen vielmehr zu verschiedenen Zeitpunkten dem Tonplattenabsatz.

Obwohl die Häufigkeit einzelner Ceratitenarten in den verschiedenen Teilgebieten wechselt, kommt man doch durch Kombination der in verschiedenen Gegenden Norddeutschlands gewonnenen Ergebnisse zu einer allgemeinen Zonengliederung. Die Meterangaben beziehen sich auf den Abstand über der Oberkante des Trochitenkalkes:

III. Obere Ceratitenschichten 40—70 m.

3. Zone des *C. dorsoplanus* (?),
2. „ „ *C. intermedius*,
1. „ „ *C. nodosus*.

II. Mittlere Ceratitenschichten 15—40 m.

3. Zone des *C. spinosus* 27—40 m,
2. „ „ *C. evolutus* 22—27 m,
1. „ „ *C. compressus* 15—22 m.

I. Untere Ceratitenschichten 0—15 m.

3. Zone des *C. robustus* 12—15 m,
2. „ „ *C. pulcher* 6—12 m,
1. „ „ *C. atavus* 0—6 m.

Dabei läßt sich die sehr beständige und weitverbreitete Zone des *Ceratites spinosus* mit ca. 27—40 m Abstand über dem Trochitenkalk noch weiter in vier Unterzonen gliedern, für die von oben nach unten leitend sind: *C. postspinosus*, *C. spinosus*, *C. praespinosus* und *C. praecursor*, doch ist diese Einzelgliederung räumlich eng begrenzt.

Daß das Meer des oberen Muschelkalkes seicht war,

¹⁾ Beiträge zur Paläontologie und Stratigraphie der Ceratiten des Deutschen Muschelkalkes. Jb. Kgl. Pr. Geol. L.-A., Bd. XXXVII, Teil I, Taf. 1—18.

²⁾ Über einige Ceratiten des Deutschen Muschelkalkes, ebenda, Taf. 19 und 20.

dafür sprechen in Norddeutschland Wellenfurchen und Kreuzschichtung. Bei einer durchschnittlichen Tiefe, wie sie etwa der heutigen Nordsee zukommt, dürfte sie nirgends 200 m überschritten haben. Die Steinkerne der Ceratiten sind oft in angelöstem Zustand eingebettet worden und häufig erst nach der Anlösung von *Placunopsis ostracina*, einer kleinen Austernart, bewachsen. Das spricht für sehr langsame Bildung der Schichten. Das Meer des oberen Muschelkalkes war auf vier Seiten von Land umgeben, die ständige vorhandene Salzwasserfauna spricht gleichwohl gegen ein Binnenmeer mit Reliktenfauna. Die Annahme einer Verbindung mit dem offenen Weltmeer erscheint vielmehr notwendig, vielleicht ging sie über Oberfranken und die Oberpfalz. Jedenfalls kann man aus dem Fehlen der jüngeren Ceratitenzonen wichtige Schlüsse auf den fortschreitenden Verlandungsvorgang des Binnenmeeres ziehen. Die Verflachung trat am frühesten in Schlesien und in der Gegend von Bayreuth ein, etwas später bei Lüneburg und Berlin, wo die *Nodosus*-zone noch entwickelt ist. Die Nordgrenze zur Zeit der *Intermedius*-Zone lag etwa zwischen Harz und Wesergebirge. Die *Semipartitus*-Schichten fehlen bereits im östlichen Thüringen und haben kaum über Göttingen hinausgereicht. Dagegen sind sie im Westen, bei Lunéville, gut entwickelt. Das Meer bleibt also am längsten im südwestlichen Deutschland bestehen und weicht von Norden und Osten her zurück.

So führte der Versuch, die für Norddeutschland gewonnene Stratigraphie der Ceratitenschichten auf das übrige Deutschland anzuwenden, zu einer tabellarischen Aufstellung der Verbreitung der Ceratitenzonen in den Muschelkalkgebieten, die gewiß noch mancherlei Erweiterungen und Ergänzungen erfahren wird, ohne an Bedeutung zu verlieren:

Ceratitenschichten	Norddeutschland	Lüneburg	Rüdersdorf	Mitteldeutschland	Westl. Süddeutschland	Ostl. Süddeutschland	Schlesien
Obere							
<i>Semipartitus</i> -Schicht				+ ¹⁾	+ ¹⁾		
<i>Dorsoplanus</i> -Zone ..				+	+		
<i>Intermedius</i> -Zone ...	+ ¹⁾			+	+		
<i>Nodosus</i> -Zone ...	+	+	+	+	+		
Mittlere							
<i>Spinosus</i> -Zone	+	+	+	+	+	+	+
<i>Evolutus</i> -Zone	+	+	+	+	+	+	+
<i>Compressus</i> Zone ...	+		+	+	+	+	+
Untere							
<i>Robustus</i> -Zone	+		+	+		+	?
<i>Pulcher</i> -Zone	+		+	+		+	
<i>Atavus</i> -Zone	+		?	+		+	

Vollständige Lichaspanzer aus der Eifel. Seit langem sind die kahlen „Trilobitenfelder“ von Gees am Pelm-Salmer Weg unweit Gerolstein das Ziel zahlreicher Versteinerungssammler der Eifel. Mit der Aufsammlung an der Oberfläche begnügt man sich schon lange nicht mehr, man baut bereits das der oberen Calceola-Stufe des Mitteldevon angehörige Gestein mit Spitzhacke und Schaufel ab, um der lebhaften Nachfrage nach Eifeltrilobiten zu genügen, die hier allerdings außerordentlich häufig und günstig erhalten in kalkig

¹⁾ Nur stellenweise vorhanden.

mergeligen Bänken auftreten. Seitdem man von Gerolsteiner Seite aus die Fossilgewinnung systematisch betreibt, wurde die Technik der mühevollen Freilegung der Krebspanzer rastlos gesteigert. Bemühungen, die überraschend gute Ergebnisse gezeitigt haben. Der abenteuerlichste aller Eifeltrilobiten *Lichas (Ceratarges) armatus Goldfuß* stellt allerdings auch mit seinen langen, von der Oberseite des Panzers nach allen Richtungen ausstrahlenden, gekrümmten Stacheln einer vollständigen Freilegung selbst in sehr günstigem Gestein die größten Schwierigkeiten entgegen, aber es ist gelungen.

Während nun die teilweise viel augenfälligeren Fortschritte in der Bergungskunst fossiler Wirbeltiere stets die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf sich zu ziehen pflegen, steht das mit den oft ebenso wichtigen Erfolgen bei den Resten von Wirbellosen gewöhnlich anders. Darum ist es wohl am Platze, auf die schönen Panzer von *Lichas armatus* aufmerksam zu machen, nachdem R. und E. Richter¹⁾ Stereoskopaufnahmen von Exemplaren der Frankfurter Universitätsammlung veröffentlicht haben. Man kann es verstehen, wenn die Autoren „wohl überhaupt die vollkommensten Trilobitenpräparate der ganzen Welt“ in den prächtigen *Lichas*panzern erblicken. Nachdem der Bann einmal gebrochen — 1909 wurden wohl zum erstenmal vollständige Panzer freigelegt —, ist die Zahl schnell gewachsen — so wurden 1914 eine ganze Anzahl von Exemplaren von dem Geologischen Institut Halle erworben. Die Augen stehen auf hohem Schaft, und zwar findet sich das „Leuchtturmage“ bei allen Individuen von Gees, sehr im Gegensatz zu den übrigen *Lichas*-arten der Eifel. Seiner recht auffälligen Gestalt und überreichen Bestachelung entsprechend hat *Lichas (Ceratarges) armatus Goldfuß* stets im Mittelpunkt „systematischer, formerklärender und lebenskundlicher Erörterungen“ gestanden, wenn man auch vor der Richterschen Publikation manche unrichtige Formvorstellung von der Art hatte. Jedenfalls kann man auf die angekündigten näheren Auslassungen der Verfasser über die Deutung der biologischen Wirksamkeit der überreichen Hörnerbildung gespannt sein. Bewegungserleichterung in irgendeinem Sinne kann sich dabei sehr wohl mit einer Verteidigungsbewaffnung vereinigt haben.

J. Weigelt, Halle a. S.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Pilzvergiftungen im Jahre 1915. Ermittlungen über die Pilzvergiftungen des Jahres 1916. Zur Giftwirkung der Morchel, *Gyromitra esculenta*. (Dittrich, G., Ber. d. deutsch. bot. Ges. 33, 1915, 34, 1916, 35, 1917.) Bei dem Aufschwung, den die Verwendung der Pilze als Nahrungsmittel in den beiden letzten Jahren erfahren hat und angesichts der Tatsache, daß die Zeit der Pilzernte wieder bald vor der Tür steht, wird es sich verlohnen, einige Erfahrungen über die Giftwirkung zusammenzustellen. Dittrich, ein Spezialist auf diesem Gebiete, hat in den letzten Jahren eingehende Daten dieser Art gesammelt und darüber in mehreren Aufsätzen berichtet. Einige Tatsachen von allgemeinerem Interesse mögen hier wiedergegeben werden. Die Zahl der sicher ermittelten Todesfälle betrug in Deutschland im Jahre 1915 85, im Jahre 1916 89.

¹⁾ Die Lichadiden des Eifler Devon, N. Jb. f. Min., Geol. u. Pal., 1917, I. Bd., 2. Heft, Taf. V u. VI.

Sehr hoch sind diese Werte im Vergleich zu dem großen Pilzumsatze nicht, aber natürlich muß das Bestreben dahingehen, durch möglichste Aufklärung die Gefahr noch mehr zu beseitigen. In dieser Richtung wird ja auch durch Vorträge, öffentliche Pilzausstellungen und Pilzkontrolle auf dem Markt gearbeitet.

Als Todesursache konnte in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle der Knollenblätterschwamm nachgewiesen werden. Es existieren hier zwei nahe verwandte Arten, eine gelblichweiße (*Amanita Mappa*) und eine grünliche (*A. phalloides*). Ein weiterer Unterschied besteht in der viel ausgeprägteren Warzenbildung auf der Hutoberseite von *A. Mappa*. Obwohl nun in den Pilzbüchern gewöhnlich die gelblichweiße als gefährlicher Giftpilz beschrieben wird, ist es gerade die grüne, die schon in sehr geringen Dosen tödlich wirkt. Das Gift ruft nicht bloß Störungen in den Verdauungsorganen (Erbrechen, Leibschmerzen, Durchfall) hervor, sondern es übt eine zersetzende Wirkung auf das Blut aus und verursacht Herzkämpfe. Meist wurde der Knollenblätterschwamm mit dem Champignon, wiederholt aber auch mit dem Grünreizker (*Tricholoma equestre*) verwechselt, mit dem er eigentlich recht wenig Ähnlichkeit hat. Dies beruht wohl darauf, daß das Einsammeln vielfach unerfahrenen Kindern überlassen wird. Recht selten gehen Vergiftungen erfreulicherweise von Marktware aus.

Außer durch den Knollenblätterschwamm wurden Erkrankungen und Todesfälle verursacht durch den Giftreizker (*Lactaria torminosa*), der unverständlicherweise für den Pfifferling (*Cantharellus cibarius*) gehalten wurde, durch den Fliegenpilz (*Amanita muscaria*), den Stockmorchel (*Gyromitra esculenta*), den Kartoffelbovist (*Scleroderma vulgare*) und den weißen Faserkopf (*Inocybe frumenacea*). In einem Fall war als mutmaßlicher Krankheitserreger der Perlschwamm anzusehen, der sonst, wenigstens wenn die Haut abgezogen ist, als guter Speisepilz gilt. Offenbar war hier ausnahmsweise eine Speicherung giftig wirkender Substanzen eingetreten, wodurch der Pilz die gefährlichen Eigenschaften vieler anderer *Amanita*-arten annahm. Den umgekehrten Fall stellt die Tatsache dar, daß der Fliegenpilz in manchen Gegenden Rußlands gegessen wird, ohne irgendeine Störung zu verursachen. Wichtig ist, daß sich unter den sicheren Krankheitserregern 2 Arten befinden, die sogar in manchen Gegenden Deutschlands als Speisepilze verkauft werden. Es sind dies der Stockmorchel und der Kartoffelbovist („schlesischer Trüffel“). In kleinen Mengen kann der Kartoffelbovist tatsächlich ohne Schaden genossen werden, doch empfiehlt es sich, ihn nur als Zusatz oder Gewürz zu verwenden. In größeren Mengen ruft er Unwohlsein, Erbrechen und sonstige Störungen hervor. Auch der Stockmorchel (= Lorchel, *Gyromitra esculenta*) wird, wie schon der lateinische Artname besagt, als Nahrungsmittel in den Handel gebracht. Während aber die echten Morchelarten (*Morchella*) vorzügliche Speisepilze darstellen, ist der Stockmorchel ein höchst gefährlicher Geselle, der unter Umständen Todesfälle verursacht; allerdings nur dann, wenn man mit den besonderen Eigenschaften dieses Pilzes nicht vertraut ist. In frischem Zustand wirkt er blutzersetzend und bedingt Krämpfe und Betäubung. Durch kochendes Wasser wird der Giftstoff jedoch ausgezogen, und das Gericht kann unbedenklich genossen werden. Allerdings soll man sich vor rasch hintereinander wiederholten Mahlzeiten hüten (etwa mittags und abends oder am nächsten Tag), denn dann kann es trotzdem zu einer Erkrankung kommen. Vielleicht wirkt hierbei die

besondere Veranlagung einzelner Personen mit. Jedenfalls verdienen in dieser Richtung die Versuche *Dittrichs* Beachtung, die er folgendermaßen zusammenfaßt: „Durch eine einmalige noch so große Gabe frischer Morcheln oder ihrer Abkochung werden Meer-schweinchen nicht dauernd geschädigt; dagegen werden sie durch zweimalige Verabfolgung kleinerer Mengen unter ähnlichen Erscheinungen wie Hunde oder Menschen getötet.“ Viele Pilzvergiftungen durch die Stockmorchel wurden nicht durch den Genuß des Pilzgerichtetes verursacht, sondern dadurch, daß die abge-gossene Brühe anderen Speisen zugesetzt wurde.

Man hat vielfach die Pilzvergiftungen auch darauf zurückzuführen gesucht, daß die Pilze zu spät zubereitet wurden und schon in Zersetzung übergegangen waren. Tatsächlich werden hierdurch Erkrankungen ebenso wie durch verdorbenes Fleisch, verdorbene Konserven usw. hervorgerufen. Aber das sind nur vereinzelte Fälle, und die meisten Pilze sind recht lange haltbar. So beruht die Mehrzahl der Todesfälle darauf, daß eben giftige Sorten eingesammelt wurden. Zu dem sträflichen Leichtsinne gesellen sich dann noch veraltete Kriterien zur Erkennung der giftigen Arten. Als solche gelten: bitterer Geschmack, grelle Farben, Bläunung beim Zerbrechen, Schwärzung von silbernen Löffeln oder Zwiebeln, die in das kochende Gericht eingetaucht werden usw. All diese Merkmale sind trügerisch. Die Ziegenlippe (*Boletus submentosus*) färbt sich blau und ist eßbar. Der Knollenblätter-schwamm verrät beim Kauen weder im gekochten noch im ungekochten Zustand seinen gefährlichen Charakter, während der Pfefferschwamm (*Lactarius piperitus*), obwohl das frische Fleisch einen bitteren, beißenden Geschmack besitzt, durch entsprechende Zubereitung, wenn auch nicht in ein vorzügliches, so doch in ein brauchbares Gericht umgewandelt werden kann.

Da hilft eben nichts anderes als gute Formenkenntnis. Und zwar soll man sich nicht darauf beschränken, sich die landläufigen giftigen Arten einzuprägen und manches scheinbar Harmlose mit einschließen zu lassen. Das zeigt die Tatsache, daß im Jahre 1916 eine bisher wenig beachtete unscheinbare Art, der weiße Faserkopf (*Inocybe frumentacea*), deren Gefährlichkeit nicht bekannt war, einen Todesfall verursacht hat. Deswegen kann nicht genug empfohlen werden, sich im Zweifelsfall auf wenige leicht kenntliche Formen zu beschränken. Nur der Pilzkenner, der schon jahrelang gesammelt hat, kann seine Tätigkeit auf schwerer zu umschreibende Arten ausdehnen oder gar mit zweifelhaften Formen Versuche am eigenen Leib anstellen. Der Laie soll sich vor solchen Experimenten immer hüten. P. St.

Synthese des Mandelnitrilglucosids, Sambunigrins und ähnlicher Stoffe (*Emil Fischer* und *Max Bergmann*, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* 1917, 1047). Während es dem Großmeister der deutschen chemischen Wissenschaft schon mehrfach gelungen war, einfache „Glykoside“ synthetisch zu gewinnen, waren bisher seine Bemühungen, die besonders interessanten cyanhaltigen Glykoside darzustellen, vergeblich; es gelang weder, eines der in den Pflanzen vorhandenen zu gewinnen, noch einfachere Vertreter derselben Körperklasse.

Die Glykoside sind bekanntlich Kondensationsprodukte aus Zuckern, meist Glucose, und anderen Kernen, meist stickstofffreien Benzolderivaten. Sie finden sich weit verbreitet im Pflanzenreich und sind sehr interessante Stoffe. Interessant deswegen, weil sie in zwei stereomere Reihen zerfallen, die sog. α - und

β -Glykoside, von denen die einen nur durch spezifische Fermente des Maltasetypus (Hefe), die anderen nur durch das sog. „Emulsin“ und dem ähnliche Fermente in ihre Komponenten gespalten werden. Interessant aber auch pflanzenphysiologisch, weil sie anscheinend ähnlich wie die Stärke Thesaurierungsprodukte des *Zuckers* sind, die als Reservestoffe in den Zellen aufgehäuft werden und im Bedarfsfalle wieder aufgespalten werden.

Eine besondere Stellung nehmen nun die cyanhaltigen Glykoside ein, die neben dem Zucker ein *Nitril* enthalten. Sie stehen wahrscheinlich auch mit dem Stickstoffwechsel der Pflanze in engem Zusammenhang. *Blausäure* läßt sich in sehr vielen Pflanzen nachweisen und stammt sicher meist aus solchen cyanogenen Glykosiden. Vielfach nimmt man sogar an, daß HCN zu den ersten aus dem anorganischen Stickstoff des Bodens entstehenden Assimilationsprodukten gehört, und durch die Kuppelung an Zucker usw. zur Synthese von Aminosäuren und damit von Eiweiß dient.

Das älteste und lange Zeit allein bekannte cyanogene Glykosid war das *Amygdalin* der bitteren Mandeln, das schon 1837 von *Liebig* und *Wöhler* zugleich mit dem dazugehörigen Ferment „Emulsin“ näher untersucht wurde. Nach modernen Arbeiten besteht das Amygdalin aus einer Kohlehydratgruppe, und zwar einem der Maltose verwandten Doppelzucker, und dem Nitril der Mandelsäure $C_6H_5 \cdot CHOH \cdot CN$. Durch das in den Pflanzen weit verbreitete Ferment „Emulsin“ wird es in Glucose, Benzaldehyd und Blausäure aufgespalten, während Hefe es, wie *E. Fischer* 1895 fand, nur so weit angreift, daß aus dem Doppelzucker einmal Glucose abgespalten wird. Es verbleibt dann ein Komplex aus Mandelonitril + Glucose, das *l-Mandelnitrilglucosid*. Dies kommt im Gegensatz zum häufigen Amygdalin nur selten natürlich vor, z. B. in *Cerasus padus*. Häufiger findet sich sein Stereoisomeres, das *d-Mandelnitrilglucosid*, das nach seinem Vorkommen im Holunder (*Sambucus nigra*) als *Sambunigrin* bezeichnet worden ist. Endlich findet sich auch die racemische Form im Kirschchlorbeer, das *Prulaurasin*. Weitere cyanogene Glykoside sind noch rein dargestellt worden, so das Phaseolunatin und das Dhurrin, andere sind zweifellos in den zahlreichen blausäureliefernden Pflanzen noch unentdeckt.

Für das Studium dieser interessanten Körperklasse und für das Auffinden neuer Repräsentanten ist natürlich eine allgemeine Methode der *Synthese* sehr wesentlich. *Fischer* hat nun zunächst aus Mandelsäure die beiden Stereoisomeren dargestellt. Der Weg dahin führt über die Kuppelung von Mandelsäureäthylester mit Acetobromglucose, Überführung des entstandenen tetraacetylierten Glucosidesters in das Amid und dann in das Nitril, und Abspaltung der Acetylgruppen. Schon die erste Kondensation liefert *beide* Stereoisomere; die beiden Amide lassen sich trennen und einzeln weiter verarbeiten. So erhält man schließlich *l*- und *d*-Mandelnitrilglucosid, die beide sehr leicht in die racemische Form, das Prulaurasin, übergehen, wenn man sie mit schwachen Basen behandelt. C. O.

Das Rheinproblem bildete das Thema eines Vortrags, den Prof. Dr. *Braun* (Basel) auf der am 30. Juni und 1. Juli in Zürich abgehaltenen Hauptversammlung des Verbands Schweizerischer geographischer Gesellschaften (umfassend die geographischen Gesellschaften Bern, Genf, Neuenburg, St. Gallen und Zürich) hielt. Einleitend stellte *Braun* fest, daß der Tafeljura morphologisch trotz mancher Besonderheiten ein Ausläufer der

südwestdeutschen Stufenlandschaft ist. Auffällig erscheint dabei nur das Verhalten des Gewässernetzes des Rheins, das durchaus nicht in die Landschaft hineinpaßt. Das Problem, das der Vortragende erörterte, betrifft die Frage nach der Entwicklung des Rheins und nach seiner Stellung im System der Flüsse und Täler. *Braun* gab zunächst eine kurze Übersicht über die Versuche anderer Forscher zur Beantwortung dieser Frage, um dann die Ergebnisse seiner eigenen Untersuchungen zu schildern, die im Jahre 1912 begonnen haben und sich darin von denen der früheren Bearbeiter des Problems unterscheiden, daß sie die ganze Rheintallandschaft in Betracht ziehen. Es gelang *Braun*, das Dasein einer obermiozänen Rumpffläche nachzuweisen, innerhalb deren das Gewässernetz des Rheins sich entwickelt hat, veranlaßt durch Verbiegungen derselben infolge der Jurafaltung und begünstigt durch breite Subsequenzonen weicher Gesteine. Durch einen linken Nebenfluß wurde die damals noch zur Donau fließende Aare angezapft. Auf diese Weise gliederte der Rhein unterhalb Waldshut sich das mächtige Einzugsgebiet der Aare an, wodurch er weiter gekräftigt wurde.

Diese ersten Ergebnisse seiner Forschungen hat der Vortragende nach zwei Seiten hin weiter verfolgt und in ihrer Anwendbarkeit geprüft, zunächst nach dem oberen Donaugebiet hin, in das heute noch das Rheinsystem erobernd vordringt, in dem aber sonst ältere pliozäne Topographie erhalten ist, sodann nach dem Mittelland hin, wo es *Braun* nachzuweisen gelang, daß das ganze Gewässernetz des Thurgaus erst zur Zeit der ältesten Vereisung dem Aare-Rheinsystem angeschlossen worden ist, der heutige Rhein oberhalb Zurzach und der Urrhein im nördlichen Klettgau. Es geschah dies dadurch, daß diese Gewässer von dem großen Schuttfächer, der sich vor der Mündung des Rheintals über das Vorland ausbreitete, nach Westen abflossen. Auf diese Weise sind die Durchbruchstäler Schaffhausen—Neunkirch (Urrheintal) und Kaiserstuhl—Zurzach (Urthurtal) entstanden, wodurch in deren Hinterland erst die Ausräumung möglich wurde, die auch diesen Teil des Mittellands kennzeichnet. Der Vortrag schloß mit einer kurzen, übersichtlichen Zusammenfassung der für die erklärende Beschreibung des Rheintalgebiets oberhalb Basel wichtigsten Ergebnisse der Braunschen Untersuchung, die zu wesentlichen Teilen unter dem Titel „Zur Morphologie der Umgebung von Basel“ (I u. II) in den „Verhandl. d. Naturforsch. Gesellsch. Basel“ (25, 1914 u. 28, 1917) veröffentlicht worden sind. II.

Die persischen Erdölquellen befinden sich nach der von der Regierung erteilten Konzession sämtlich in den Händen einer englischen Gesellschaft, der Anglo-Persian Oil Co., an der die englische Regierung mit mehr als der Hälfte des Gesellschaftskapitals beteiligt ist. Die Konzession erstreckt sich, wie *A. Keppen* im „*Gornosaudskoje Djelo*“ ausführt, auf ganz Persien, mit Ausnahme von fünf an Rußland grenzenden Provinzen. Das Interesse der englischen Regierung an den Erdölquellen hat seine Ursache darin, daß sie die Ölversorgung der im Persischen Golf und in den angrenzenden Gebieten stationierten Kriegsschiffe erleichtern. Für diesen Zweck ist der größte Teil der 240 000 t betragenden Jahresproduktion zu Händen der englischen Regierung sichergestellt. Im Jahre 1913 wurden die persischen Erdölvorkommen durch eine geologische Kommission unter Konteradmiral *Slade*

untersucht, und zwar wurden hauptsächlich die Vorkommen Schuster, Ormusd und Koweita (auf der Insel Bürgan) erforscht. Die Hauptausbeute liefern zurzeit zwei Springquellgruppen, von denen sich die eine nördlich von Bagdad bei Kasr-i-Schirin an der mesopotamischen Grenze, die andere in Arabistan bei Schuster befindet. Die Arabistangruppe ist durch eine 280 km lange Leitung mit einer auf der Insel Abadan (Delta Schat-El-Araba) errichteten Destillationsanlage verbunden. Man wird sich erinnern, daß diese Leitung zu Anfang des Krieges eine nicht unwichtige Rolle spielte. Es ist mehrfach versucht worden, sie zu zerstören, bisher indessen ohne Erfolg. H.

Fernhörer als Empfänger in der Kabeltelegraphie. Beim Betrieb der überseeischen Kabel muß aus verschiedenen Gründen mit so schwachen Strömen gearbeitet werden, daß die sonst in der Telegraphie üblichen Empfangsapparate nicht verwendet werden können. Man hat deshalb eigene Kabelempfangsapparate gebaut, deren gebräuchlichster der Siphon-Rekorder oder Heberschreiber ist. Die Handhabung des Heberschreibers ist nun nicht gerade einfach; auch braucht man zu seinem Betrieb immer noch einen verhältnismäßig starken Strom, während die Zeichenübermittlung um so besser und sicherer ist, je schwächere Ströme das Kabel durchfließen. Diese Sachlage hat das Kriegsministerium der Vereinigten Staaten veranlaßt, zu versuchen, ob es nicht möglich ist, die ankommenden Zeichen mit dem Fernhörer aufzunehmen, ähnlich wie es in der Wellentelegraphie geschieht. Fernhörer sprechen schon auf außerordentlich schwache Ströme an; es genügt zum Betrieb $\frac{1}{30}$ der Spannung, die der Heberschreiber erfordert. Die Versuche sind im Washington-Laboratorium für Wellentelegraphie durchgeführt worden und haben, wie das „*Journal Télégraphique*“ berichtet, guten Erfolg gehabt. Die Empfangseinrichtung setzt sich zusammen aus einem einfachen Kopffernhörer, einem „Ticker“ und einem „Audion“, zwei in der Wellentelegraphie gebräuchlichen Empfangsapparaten, die die ankommenden Stromstöße verstärkt auf den Fernhörer, den eigentlichen Empfänger, übertragen. Die Zeichen konnten im Fernhörer deutlich wahrgenommen und von dem aufnehmenden Beamten bequem niedergeschrieben werden. Bewährt sich das Verfahren auch im praktischen Betrieb, so wird es zu einer wesentlichen Vereinfachung der Kabeltelegraphie führen.

F. R.

Technischer Literatur-Kalender. Anfang 1918 soll im Verlage von R. Oldenbourg (München und Berlin) ein Kalender erscheinen, der die Produktion der lebenden Schriftsteller der technischen Literatur des deutschen Sprachgebietes nachweist. Die Nachweise sollen sich in erster Linie auf die Angaben der Schriftsteller selber stützen. Alles, was gemeinhin unter Technik verstanden wird, soll berücksichtigt werden. Darüber hinaus nur die allernächsten Grenzgebiete. Auch diejenigen Schriftsteller werden genannt werden, die nur in Zeitschriften veröffentlicht haben; ihre Aufsätze werden zwar nicht einzeln aufgezählt werden, aber das Fachgebiet wird angegeben werden, auf dem sie sich betätigen. Um zur möglichststen Vollständigkeit des Kalenders mitzuwirken, werden die Verfasser und Herausgeber technischer Werke, Zeitschriften und Zeitschriftenbeiträge in deutscher Sprache um Mitteilung ihrer Adresse an die Schriftleitung des Kalenders gebeten (Dr. Otto, Berlin W. 57, Bülowstraße 74), damit ihnen der Fragebogen zugesendet werden kann.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 38.

21. September 1917.

Fünfter Jahrgang

INHALT:

Ueber die Elastizität der Erde. Von *Prof. Dr. W. Schweydar, Potsdam.* S. 593.

Besprechungen:

Grobbe, Karl, Lehrbuch der Zoologie. Von *S. Becher, Rostock.* S. 600.

Tschudi, Friedrich von, Biographien und Tierzeichnungen aus dem Tierleben der Alpenwelt. Von *F. Pax, Breslau.* S. 603.

Molisch, Hans, Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Von *E. Küster, Bonn.* S. 603.

Schwegg, Hans, Unsere Giftpilze und ihre essbaren Doppelgänger unter Einbeziehung der häufigeren ungenießbaren Arten. Von *F. Duysen, Berlin.* S. 604.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die Grundlagen unserer Ernährung

unter besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit

von

Emil Abderhalden,

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität zu Halle a. S.

Mit 2 Textfiguren.

Preis M. 2.80.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschienen:

Die Reichsaufsicht

Untersuchungen zum Staatsrecht des Deutschen Reiches

Von

Dr. Heinrich Triepel

o. ö. Professor der Rechte an der Universität Berlin

Preis M. 24,—; in Halbfranz gebunden M. 29,60

Aus dem Vorwort.

Der ungeheure Krieg, der fünf Erdteile in Brand gesetzt hat, wird ohne Zweifel, wie die äußeren Machtverhältnisse der beteiligten Großstaaten, so ihre innere Verfassung aufs tiefste beeinflussen. Auch das deutsche Staatswesen wird nach dem Kriege ein anderes Antlitz zeigen als vorher. Noch vermögen wir seine Züge nicht klar zu erkennen. Allein wir sind uns bewußt, daß wir schon heute inmitten einer lebhaften verfassungsrechtlichen Bewegung stehen, deren Tragweite auch für die Beziehungen zwischen dem Reiche und den Einzelstaaten vielleicht bedeutender sein wird, als die meisten ahnen. In zwei großen Kriegen ist die Verfassung des deutschen Bundesstaats geboren worden; der dritte und größte wird für ihre Entwicklung entscheidend sein.

Wenn nicht alle Zeichen trügen, werden die einheitsstaatlichen Elemente unserer Reichsverfassung durch den Krieg und seine Folgen verstärkt und vertieft werden. Die Aufsichtsgewalt des Reichs wird daraus Nutzen ziehen. Die treuen Anhänger des nationalen Einheitsgedankens müssen das begrüßen. Gleichwohl erfüllen uns die Geschehnisse der Gegenwart mit Sorge für die Zukunft. Wir sehen, wie man mit nervöser Hast nach Früchten greift, die noch der Reife harren, und wie man an dem Baume zerrt, an dem sie gewachsen sind. Jeder Staat wird durch die Kräfte erhalten, die ihn geschaffen haben. Das Deutsche Reich aber ist durch Preußen gegründet worden; es muß mit Preußen stehen und fallen. Die Stärkung der Reichsgewalt durch eine Schwächung des preußischen Staates herbeiführen zu wollen, heißt ein gefährliches Spiel treiben. Vor einem Jahrzehnt hat der Verfasser darauf hingewiesen, daß der deutsche Unitarismus in demselben Augenblicke verhängnisvoll werden müsse, in dem er sich in eine Angriffsstellung gegen Preußen hineindrängen lasse. Er glaubt, in diesen Tagen allen Anlaß zu haben, den Satz zu wiederholen und zu unterstreichen.

Lange und schwer hat Deutschland um seine staatliche Einheit ringen müssen. Die Form, die ihr vor einem halben Jahrhundert gegeben wurde, war unvollkommen und harrte von der ersten Stunde an der Ausgestaltung. Um diese hat sich die bedächtige, aber stetige Arbeit von zwei Generationen erfolgreich bemüht. Möge ein baldiger glücklicher Friede dem deutschen Volke verstatten, den Ausbau in besonnener Ruhe fortzusetzen! Möge die zu erwartende Erweiterung der Rechte des Reichs und damit die Verstärkung seiner Aufsichtsgewalt durch Mittel erfolgen, die nicht gewaltsam mit den Überlieferungen unserer Vergangenheit brechen, sondern behutsam an sie anknüpfen! Wenn das geschieht, wird auch dies Buch nicht ganz umsonst geschrieben sein.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

21. September 1917.

Heft 38.

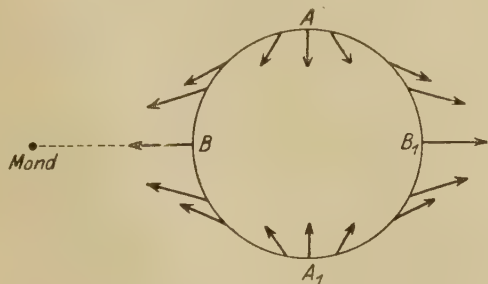
Über die Elastizität der Erde.

Von Prof. Dr. W. Schweydar, Potsdam.

Der allgemeine physikalische Zustand des Innern der Erde kann auf die Weise exakt erforscht werden, daß man festzustellen versucht, wie sich die Erde als Ganzes nach außen verhält, d. h. wie sie die Körper an verschiedenen Stellen ihrer Oberfläche anzieht, wie sie den Lauf des Mondes beeinflußt und wie gegebene kosmische und innere Kräfte die Oberflächenteile gegeneinander bewegen und die Lage der Drehachse verändern. Diese Kräfte bilden gewissermaßen die Versuchskräfte des Geophysikers. Unter ihnen nimmt die Flutkraft des Mondes eine hervorragende Stellung ein.

1. Definition der Flutkraft.

Die Erde als Ganzes betrachtet hat infolge der Anziehungskraft des Mondes das Bestreben, gegen den Mond hin sich zu bewegen, d. h. jeder ihrer Teile erhält gegen den Mond hin eine gleich große und gleich gerichtete Beschleunigung, die der Beschleunigung im Erdschwerpunkt gleich ist. Von der hier herrschenden sogenannten mittleren Anziehung ist jedoch die unmittelbare Anziehung verschieden, die der Mond auf irgendeinen anderen Erdpunkt ausübt. Die Differenz beider Kräfte erteilt dem Erdpunkt eine Beschleunigung relativ zur Erde und erscheint uns daher als eine selbständige Kraft, die wir Flutkraft nennen. Um ihre Größe und Richtung an irgend einem Erdpunkt zu finden, haben wir in ihm die mittlere Anziehung von der unmittelbaren abzuziehen. Wir erhalten auf diese Weise die folgende¹⁾ Figur,



Die Flutkraft des Mondes.

in der die Pfeile die Richtung und Größe der Kraft andeuten. Die Flutkraft hat eine vertikale und horizontale Komponente und ist im Vergleich zur Schwerkraft der Erde sehr klein. Bezeichnet g die Beschleunigung

der letzteren, so beträgt die maximale horizontale Komponente rund $\frac{g}{12 \text{ Millionen}}$; sie kehrt etwa alle 6 Stunden ihre Richtung um.

2. Einfluß der Flutkraft auf die feste und flüssige Erde.

Das Wasser der Meere vermag der horizontalen Komponente keinen Widerstand zu bieten und kommt ins Fließen, so daß die Erscheinung der Ebbe und Flut entsteht. Lord Kelvin hat zuerst die Frage aufgeworfen, ob auch die feste Erde dieser kleinen Kraft nachgibt, und ob der Betrag zu messen ist. Es ist klar, daß durch eine derartige Messung entschieden werden kann, ob sich das Erdinnere bei Beanspruchung durch Kräfte von der Periode der Gezeitenkraft wie ein starrer oder wie ein flüssiger Körper verhält. Lord Kelvin stellte folgende Überlegung an: Ist das Innere der Erde eine feurige Flüssigkeit, wie die Geologen glaubten, so würde es bedeutenden Fluten unterworfen sein; die dünne Erdrinde müßte dem inneren Gezeitendruck völlig nachgeben, und ihre Oberfläche würde wie die einer Flüssigkeit an der Flutbewegung teilnehmen. Die Gezeiten des Ozeans, die wir an den Küsten beobachten, bestehen in einer relativen Bewegung des Wassers zum Lande. Würde also die Oberfläche der Erdrinde Ebbe und Flut wie eine Flüssigkeit haben, so würden wir kein Steigen und Fallen des Meeresspiegels relativ zur Küste wahrnehmen. Kelvin schloß aus dem tatsächlichen Vorhandensein der Meeresgezeiten, daß das Erdinnere fest ist oder sehr unvollkommen den Gezeitenkräften nachgibt. Bei dieser Schlußfolgerung ist freilich vorausgesetzt, daß die Flutbewegung des Meeres und des flüssigen Erdinnern nach

der statischen Theorie

erfolgt, die mit Rücksicht auf das Verständnis der späteren Ausführungen kurz skizziert sei: Die Flutkraft gibt der Flüssigkeit das Streben, von dem größten Kreis der Erde, auf dem alle die Orte liegen, für die der Mond gerade auf- oder untergeht (in der obigen Zeichnung steht dieser Kreis senkrecht auf der Papierebene und geht durch A und A₁ hindurch), weg nach B und B₁ zu fließen, wo der Mond gerade im Zenit bzw. im Nadir steht. Sehen wir von der Rotation der Erde und von der Mondbewegung ab oder setzen wir beide als sehr langsam voraus, so wird das Fließen der Flüssigkeit so lange dauern, bis die Wirkung der Flutkraft gleich ist dem Streben der Schwere, die Flüssigkeit in ihre alte Lage zurückzuführen. Ist dies erreicht, so ist die Ober-

¹⁾ G. H. Darwin, Ebbe und Flut. Leipzig 1902.

fläche im neuen Gleichgewicht und hat die Figur eines Umdrehungsellipsoides angenommen, dessen große Achse nach dem Mond gerichtet ist; das Niveau ist in den Punkten B und B_1 erhöht, in A und A_1 erniedrigt. Die statische oder Gleichgewichtstheorie der Gezeiten nimmt nun an, daß das Wasser der Meere hinreichend Zeit hat, die Gleichgewichtsform anzunehmen, bevor der Mond seine Stellung am Himmel merklich geändert hat. Dieser Theorie steht gegenüber die

dynamische Gezeitentheorie,

die die Trägheit des Wassers berücksichtigt und zeigt, daß die Gezeitenbewegung der relativ flachen Meere der Erde von dem statischen Ergebnis völlig abweicht, d. h. daß bei der tatsächlichen Drehgeschwindigkeit der Erde die Gleichgewichtsform niemals erreicht werden kann. Sie erklärt die Tatsache, daß an bestimmten Stellen Hochwasser eintritt, wo die Gleichgewichtstheorie Niedrigwasser fordert (Umkehrung der Gezeiten). Erst wenn die Tiefe der Meere 22 000 m überschritte, würde überall Hoch- bzw. Niedrigwasser eintreten, wo die Flutkraft solches herzustellen sucht.

Statische Deformation der Hauptmasse der Erde.

Wir betrachten jetzt eine kugelförmige Masse von planetarischer Größe, die völlig aus Flüssigkeit oder aus elastisch-festem Material besteht. Denken wir uns auf diese Kugel ein Kraftsystem, das über die Oberfläche ebenso verteilt ist wie die Flutkraft, momentan wie einen großen Impuls wirken, so wird die Masse in sogenannte freie Schwingungen versetzt derart, daß sie abwechselnd die Gestalt eines abgeplatteten und verlängerten Umdrehungsellipsoides, durch die Kugelform als Ruhelage hindurchgehend, annimmt (sphäroidale Schwingungen vom Gezeitentypus). Man kann berechnen, daß die Periode dieser Schwingungen bei einer Kugel von der Größe und Dichte der Erde etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden, wenn sie ganz aus Flüssigkeit bestände, und 55 Minuten betragen würde, wenn sie die Widerstandskraft des Stahles gegen Formänderungen hätte. Da nun die Flutkräfte eine Periode von 12 und 24 Stunden haben, so würde die Erde, wenn ihre Hauptmasse flüssig oder fest elastisch wäre, bei der Gezeitendeformation hinreichend Zeit finden, die Gleichgewichtsform anzunehmen, d. h. die Gezeiten eines flüssigen oder fest elastischen Erdinnern würden statisch sein. Da dies bei den flachen Meeren der Erde nicht der Fall ist, so würden wir demnach unter Umständen sogar eine vergrößerte Ebbe und Flut der Ozeane beobachten, wenn das Erdinnere flüssig wäre.

Zerlegung der Flutkraft.

Die Größe und Richtung der Flutkraft an einem Orte der Erde hängt von der Stellung des Mondes am Himmelsgewölbe ab. Diese ändert sich wegen der Drehung der Erde um ihre Achse und des Laufs des Mondes in seiner Bahn, deren Lage

ebenfalls Veränderungen unterworfen ist, so daß die Flutkraft einen sehr komplizierten zeitlichen Verlauf haben muß. Der Mathematiker bringt dadurch Klarheit in dieses verwickelte Bild, daß er die Flutkraft durch eine Summe von gleichzeitig wirkenden Partialkräften darstellt, von denen jede eine einfache harmonische Funktion der Zeit (d. h. ein Sinus oder Cosinus eines mit der Zeit sich proportional ändernden Winkels) ist. Zur strengen Darstellung der Flutkraft gehört freilich eine unendlich große Zahl solcher Einzelkräfte; da aber ihre Beträge eine Reihe mit sehr rasch abnehmenden Gliedern bilden, so genügt eine kleine Anzahl, um eine in der Praxis und in der Theorie genügende Annäherung an die Wahrheit zu erlangen, wodurch die Berechnung der Flutkraft sehr vereinfacht wird. Jede Einzelkraft bedingt auf dem Meere eine einfache Flutwelle von der Periode der Kraft, die sich alle zu einer komplizierten Wellenbewegung zusammensetzen. Man kann umgekehrt aus dem tatsächlichen Verlauf der Gezeiten, wie ihn die Aufzeichnungen eines registrierenden Pegels ergeben, nach den Vorschriften der harmonischen Analyse die Höhe der Partialfluten, die bestimmten Partialflutkräften entsprechen, ableiten. Ist die feste Erde elastisch oder ihr Inneres flüssig, so wird auch sie (im ersteren Fall nur ein wenig) der Flutkraft nachgeben, und zwar wird jeder Partialflut des Meeres eine periodische Deformation (elastische Partialflut) von derselben Periode entsprechen.

3. *Bestimmung der Elastizität aus den Gezeiten des Meeres.*

Der Gedanke liegt nahe, die Höhe der Partialfluten des Meeres unter der einfachen Annahme, daß die Erde völlig starr ist, zu berechnen und das theoretische Ergebnis mit den aus den Registrierungen der Pegel abgeleiteten Höhen zu vergleichen. Der Unterschied zwischen der tatsächlichen und der theoretischen Höhe wird einen Rückschluß auf die Anteilnahme der festen Erde an der Flutbewegung und den Grad ihrer Elastizität gestatten.

Die Partialkräfte weisen bezüglich ihrer Perioden drei Typen auf; die Perioden des ersten Typus betragen sehr nahe 12 Stunden, die des zweiten sehr nahe 24 Stunden und die des dritten etwa 14 und 28 Tage. Bestände die Flutkraft nur aus den letzteren, so würden die Gezeiten des Meeres in kleinen Schwankungen des Wasserstandes von 14 und 28 Tagen (in mittleren Breiten würden die Niveaudifferenzen 12 bzw. 6 cm betragen) bestehen.

Für die Beurteilung der Elastizität der Erde können die bedeutend größeren Meeresfluten, die auf die Kräfte des ersten und zweiten Typus zurückzuführen sind, leider nicht verwendet werden. Wegen ihrer kurzen Periode müßte die Berechnung ihrer Höhe nach dynamischen Gesichtspunkten durchgeführt werden, wo-

bei die notwendige Berücksichtigung der Gestalt und wechselnden Tiefe der Meere zu vorläufig noch unüberwindlichen Schwierigkeiten führen würde.

Lord Kelvin schlug vor, die 14-tägige Flut heranzuziehen, in der freilich auch nicht ganz sicheren Annahme, daß diese Partialflut wegen der längeren Periode ihre Gleichgewichtshöhe erreicht und somit leicht für eine völlig starre Erde theoretisch berechnet werden kann. Die Pegelaufzeichnungen werden im Vergleich zu dieser theoretischen Höhe desto geringere Werte ergeben, je größer die entsprechende elastische Flut der Erdrinde und des Erdinnern ist, da die elastischen Gezeiten nach den obigen Bemerkungen mit großer Annäherung statisch aufzufassen sind. Das Verhältnis der tatsächlichen Höhe zur Gleichgewichtshöhe wird ein Maß der Elastizität der Erde sein und ein Mittel geben, die Konstante der Gestaltselastizität oder Starrheit (Widerstand gegen Formänderung) zu finden.

Unter der sehr ungenauen Voraussetzung, daß die Erde homogen ist, berechnete Lord Kelvin in seiner berühmten Abhandlung über die Starrheit der Erde, daß die Meeresfluten nur $\frac{2}{3}$ ihrer Gleichgewichtshöhe betragen würden, wenn die Erde eine Kugel aus Stahl wäre, und $\frac{2}{5}$, wenn sie die Starrheit des Glases hätte.

Der Wert der Elastizität nach den Meeresgezeiten.

G. H. Darwin¹⁾ hat den Lord Kelvinschen Gedanken praktisch durchgeführt und aus den Wasserstandsmessungen in 33 Häfen die Höhen der 14-tägigen und monatlichen Mondflut abgeleitet. Er fand, daß sie nur etwa $\frac{2}{3}$ ihrer Gleichgewichtshöhen betragen, und schloß hieraus entsprechend der Kelvinschen Theorie, daß die Erde die Starrheit des Stahles besitzt. Trotz mancherlei Bedenken, die Darwin später selbst geäußert hat, war das Resultat von höchster Bedeutung für die Geophysik; es zeigt, daß die Erde bei Beanspruchung durch Gezeitenkräfte sich wie ein fester, mit geringer Gestaltselastizität ausgestatteter Körper verhält. Das Innere der Erde hat demnach nicht die Eigenschaften, die Flüssigkeiten charakteristisch sind.

Mit Hilfe eines bedeutend umfangreicheren Beobachtungsmaterials, das 194 Jahre umfaßte und auf 47 Häfen verteilt war, hat Schweydar²⁾ für den Verkleinerungsfaktor der 14-tägigen Mondflut 0,626 und für den der monatlichen Flut 0,605 gefunden. Aus diesem Ergebnis hat er, indem er die Kelvinsche Theorie durch Berücksichtigung der Dichtezunahme im Erdinnern erweiterte, für die Konstante der Starrheit der Erde $6,1 \times 10^{11}$ Dynen oder 6200 in

technischen Einheiten (mm, kg), also einen etwas kleineren Wert als Stahl (etwa 8×10^{11} Dynen) hat, berechnet.

Anwendung der Elastizitätstheorie.

Dieser Ableitung liegt wie bei Lord Kelvin und den neueren Rechnungen, über die unten berichtet ist, die Annahme zugrunde, daß die Erde einen unendlich großen Widerstand gegen Volumenänderungen besitzt, d. h., daß sie inkompressibel ist. Die Zuhilfenahme der mathematischen Elastizitätstheorie setzt voraus, daß die Anfangsspannung des Körpers klein ist und das Hookesche Gesetz von der Proportionalität der Verzerrung und Spannung gilt. Ein Körper, der unter der gegenseitigen Gravitation seiner Teile im Gleichgewicht ist, befindet sich in einem Zustand der Spannung; diese kann ungeheuer groß sein, wenn der Körper groß ist. Ein solcher Körper ist die Erde; sie muß daher bei der Berechnung ihrer Deformation durch Flutkräfte als im Zustand so hoher Anfangsspannung angesehen werden, daß das Gesetz der Superposition der Spannungen nicht ohne weiteres gilt. Die Annahme liegt nahe, daß sich die Erde trotzdem wie ein elastischer Körper verhält, jedoch mit größerer Starrheit als im gravitationslosen Zustand. Lord Rayleigh schlug vor, die mathematische Rechnung so durchzuführen, daß man zwei Spannungssysteme in der Erde annimmt, einen hydrostatischen Druck, der der Gravitation im ungestörten Zustand das Gleichgewicht hält, und eine kleine Zusatzspannung, die durch die kleine Gezeiten deformation hervorgerufen wird. Die Zusatzspannung ist dann durch die Verzerrung, gemessen vom gespannten Gleichgewichtszustand aus, nach der gewöhnlichen Elastizitätstheorie zu bestimmen. Die Rechnung gestattet die Berücksichtigung der Inhomogenität und auch eine Variation der Starrheit im Erdinnern, wenn man die Erde als inkompressibel annimmt, wodurch kein großer Fehler in der Bestimmung der Starrheitskonstante begangen wird, wie Love¹⁾ gezeigt hat. Die Berücksichtigung der Zunahme der Dichte in der Erde ist aber bei weitem wichtiger für die Beurteilung der Starrheit als die der Kompressibilität.

Die Kelvinsche Methode der Bestimmung der Elastizität der Erde ist unsicher, weil es nicht erwiesen ist, ob die benutzten Partialfluten des Meeres statisch sind.

4. Bestimmung der Elastizität aus der Lotbewegung.

Eine andere Methode ist folgende. Wie schon erwähnt, sind die elastischen Fluten der Erde statisch aufzufassen; die feste Erde wird in jedem Augenblick zu einem Umdrehungsellipsoid deformiert, dessen große Achse nach dem Monde gerichtet ist. Die horizontale Komponente der Flutkraft

¹⁾ In Treatise on Natural Philosophy von Thomson und Tait, 2. Aufl.

²⁾ W. Schweydar, Ein Beitrag zur Bestimmung des Starrheitskoeffizienten der Erde. Gerlands Beiträge zur Geophysik IX (1907).

¹⁾ A. E. H. Love, Some problems of geodynamics. Cambridge 1911.

beträgt im Maximum $\frac{1}{11,7 \text{ Mill.}}$ der Schwerkraft. Um denselben Bruchteil der Länge des Aufhängefadens wird die Kugel eines Lotes innerhalb der Dauer der halben Periode der Flutkraft aus ihrer Ruhelage abgelenkt, und zwar wird sie in jedem Augenblick in der Richtung auf den Punkt hingezogen, in dem der Mond im Zenit bzw. im Nadir steht.

Wie die Flutkraft einen komplizierten zeitlichen Verlauf hat, so wird die Lotkugel eine überaus komplizierte Bahn beschreiben, deren Form und Größe mit dem Beobachtungsort wechselt. Ähnlich wie bei den Gezeiten des Meeres kann man diese verwickelte Kurve zusammensetzen aus vielen — streng genommen unendlich vielen — einfachen Schwingungen des Lotes, deren Perioden sich nach den oben erwähnten drei Typen der Partialkräfte gruppieren und deren Amplituden eine Reihe mit sehr rasch abnehmenden Gliedern bilden. Jede Schwingung hat die Form der Ellipse und ist durch die ihrer Periode entsprechende Partialflutkraft hervorgerufen zu denken.

Bei völliger Starrheit der Erde müßte die Pendelbewegung relativ zu einer mit der Erde fest verbundenen Marke genau die Größe haben, die sich aus der Flutkraft berechnet. Abgesehen von diesem direkten Einfluß der Kraft zeigt das Pendel aber auch dann einen Ausschlag gegen die feste Marke, wenn die Normale der Erdoberfläche infolge einer Deformation der Erde ihre Richtung ändert, d. h. wenn das Pendelgestell sich neigt. Diese scheinbare Bewegung des Pendels ist der unter dem direkten Einfluß der Flutkraft entgegen gerichtet, so daß die Pendelbewegung auf der elastischen Erde kleiner sein muß als auf der absolut starren Erde. Die Oberfläche der nachgiebigen Erde hat das Bestreben, sich senkrecht zu der neuen (gestörten) Richtung der Schwere einzustellen, was wegen der geringen Elastizität zwar unvollkommen gelingen kann, aber die Pendelbewegung verkleinert. Würde die Erde der Kraft wie eine Flüssigkeit vollkommen nachgeben können, d. h., würde die Normale ihrer Oberfläche stets mit der Richtung der Schwere zusammenfallen, so würden wir an dem Pendel überhaupt keine Bewegung wahrnehmen können.

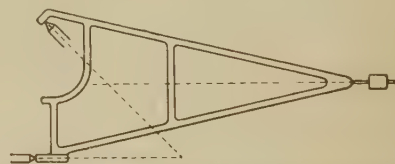
Ist A_B die gemessene Amplitude der Schwingung unter dem Einfluß einer bestimmten Partialflutkraft, die auf der absolut starren Erde die Amplitude A_T erzeugen würde, so ist $\alpha = \frac{A_B}{A_T}$ ein Maß der Elastizität der Erde. Ist die Erde flüssig, so ist $\alpha = 0$, während α den Wert 1 erreicht, wenn die Erde vollkommen starr ist.

Messung der Lotbewegung.

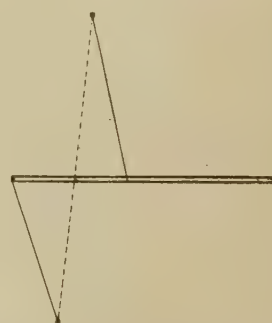
Die Verwendung gewöhnlicher Pendel für diese Messungen hat keine Aussicht auf Erfolg; die Spitze eines z. B. 10 Meter langen Pendels würde schon bei absoluter Starrheit der Erde

in der Zeit von etwa 6 Stunden die sehr kleine Verschiebung von rund 0,001 mm erfahren. Im Winkelmaß beträgt die maximale ganze Amplitude der ganzen Lotschwingung 0,034, die der halbtägigen Hauptschwingung für unsere Breiten in Ost-West 0,021 und in Nord-Süd 0,016.

E. von Rebeur-Paschwitz glückte zuerst die Messung der Lotbewegung mit einem Horizontalpendel. Bei diesem, von Hengler beschriebenen und durch Zöllner bekannt gewordenen Instrument ist die Drehachse nahezu vertikal gestellt, so daß der Pendelkörper wie ein Türflügel in einer gegen die Horizontale wenig geneigten Ebene schwingt. Zum näheren Verständnis denke man sich bei einer Tür den Flügel durch ein leichtes, etwa 80 g wiegendes Metallstück von Dreiecks- oder T-Form und die Angeln durch feine Stahlspitzen ersetzt, auf denen das Metallstück mittels Achatlagern ruht. Die Spitzen sind an kleinen Zylindern angeschliffen, deren Achsen sich unterhalb des Schwerpunkts des Metallstücks schneiden, wodurch eine gleichmäßige Belastung der Spitzen erzielt wird. In neuerer Zeit verwendet man statt dieser von Rebeurschen Form die Zöllnersche Einrichtung, bei der ein leichtes Rohr von etwa 25 cm Länge durch zwei sehr dünne Drähte nahezu horizontal gehalten wird, die an dem Rohr angreifend oberhalb und unterhalb des Rohres an einem festen Gestell befestigt sind. Die Verbindungslinie der Befestigungspunkte ist die Drehachse.



von Rebeursche Aufhängung auf Spitzen.



Zöllnersche Aufhängung auf Drähten.

Der Apparat ist außerordentlich empfindlich gegen Neigungsänderungen seiner Achse. Hat diese z. B. eine Neigung von 2' gegen die Vertikale, so wird sich das Pendel um 17'' drehen, wenn sich die Achse um 0,01 senkrecht zu der Vertikalebene, die die Ruhelage des Pendels enthält, neigt. Diese Winkeldrehung wird durch photographische Registrierung noch bedeutend vergrößert. Man bringt an

dem Pendelkörper einen kleinen Spiegel an, der mittels einer Linse das Bild eines beleuchteten Spaltes auf einer z. B. $3\frac{1}{2}$ Meter entfernten Walze entwirft, um die Bromsilberpapier gespannt ist. Bei jeder Drehung des Pendels verschiebt sich das Bild auf der Walze, die durch ein Uhrwerk gedreht wird, und zeichnet durch Schwärzung der Bromsilberschicht seinen Weg an. Bei dem soeben angeführten Beispiel wird sich das Spaltbild um etwa 0,5 mm verschieben, so daß diese verhältnismäßig einfache Einrichtung ein Vertikalpendel von 10 000 Meter Länge ersetzt. Freilich ist es wegen mannigfacher Fehlerquellen nicht immer möglich, den Apparat so empfindlich zu gestalten. Das Geodätische Institut in Potsdam besitzt einen Apparat mit zwei senkrecht zueinander orientierten Horizontalpendeln Zöllnerscher Konstruktion, der in einem Bergwerk in Freiberg i. S. in 189 Meter Tiefe aufgestellt ist. Bei dieser guten von Störungen nahezu freien Aufstellung konnte Verfasser die Empfindlichkeit so weit steigern, daß bei 3 Meter Registrierabstand einer Neigungsänderung der Drehachse von 0,01 eine Verschiebung des Spaltbildes auf der Walze von 1 mm entspricht und der Einfluß der Flutkraft auf das Pendel mit bloßem Auge auf dem Registrierbogen zu erkennen ist.

Aus den registrierten Kurven der Bewegung zweier senkrecht zu einander stehender Horizontalpendel können ähnlich wie bei den Wasserstandsmessungen die Partialschwingungen des Lotes, die den Partialflutkräften entsprechen, abgeleitet werden. Diese Analyse erstreckte sich bis in die neueste Zeit hinein bezüglich des Mondeinflusses nur auf die nahezu halbtägige Hauptschwingung, die alle übrigen Partialschwingungen an Größe überragt und bei der Art der Aufstellung der Apparate allein Aussicht auf genauere Bestimmung hatte.

Der Wert der Elastizität nach der Lotbewegung.

Mit Hilfe dieser Ergebnisse hat *Schweydar* unter den obigen Gesichtspunkten und unter Berücksichtigung der Dichtezunahme im Erdinnern die Konstante der Starrheit der Erde abgeleitet und übereinstimmend mit dem aus den Meeresfluten folgenden Wert $6,3 \times 10^{41}$ Dynen gefunden.

Hierbei ist eine Schwierigkeit zu erwähnen. Nach den obigen Ausführungen zeigt uns das Pendel die Neigungsänderungen der deformierten Erdoberfläche relativ zu der sich gleichzeitig ändernden Richtung der Schwere. Diese ändert sich aber nicht nur wegen des direkten Einflusses der Flutkraft, sondern sekundär auch deshalb, weil die Erde eine neue Gestalt angenommen hat. Man müßte also die Größe der Deformation schon kennen, wenn man die Beobachtungen von den Schwankungen der Schwererichtung befreien wollte, um auf die Bewegung der festen Erde zu schließen. Man muß daher theoretisch eine Beziehung zwischen

der Gestaltsänderung und der sekundären Störung der Schwere aufstellen, wozu Voraussetzungen über die Art der Dichte- und Elastizitätsverteilung in der Erde erforderlich sind. Diese Schwierigkeit besteht auch bei der Kelvin'schen Methode, da die sekundäre Störung der Schwererichtung infolge der Deformation der festen Erde die Gleichgewichtshöhe der Fluten des Meeres beeinflußt. Das Pendel allein vermag also nicht die Größe der elastischen Fluten direkt ohne gewisse theoretische Voraussetzungen zu messen.

Messung der Höhe der elastischen Gezeiten.

Das ist möglich¹⁾, wenn man einen Apparat zu Hilfe nimmt, der die sehr kleinen Änderungen der Intensität der Schwerkraft mißt, welche die vertikale Komponente der Flutkraft zur Folge hat. Für eine absolut starre Erde beträgt die maximale Variation der Schwere 0,000 164 cm oder $1,7 \times 10^{-7}$ der Schwere selbst; die sekundäre Störung der Schwerkraft infolge der elastischen Deformation vergrößert diesen Betrag ein wenig. Derartige Messungen werden sich auf absolute Änderungen beziehen und die relativen Angaben eines Pendels ergänzen. Das von *A. von Schmidt*²⁾ im Prinzip angegebene Trifilargravimeter kann bei sehr genau konstanter Temperatur empfindlich genug gestaltet werden, um die Schwereänderungen zu registrieren. *Schweydar* hat mit einem derartigen Instrument, dem er die bifilare Form gab, in einem 25 m tief gelegenen Beobachtungsraum der Observatorien in Potsdam, in dem die tägliche Temperaturschwankung verschwindet und die jährliche nur etwa 0,2° beträgt, Messungen ausgeführt und im Anschluß an die Pendelbeobachtungen gefunden, daß die maximale Hubhöhe der halbtägigen elastischen Mondflut der festen Erde etwa 32 cm (für Potsdam 12 cm) beträgt.

Differenz der Deformation in Nord-Süd und Ost-West.

Noch eine besondere Erscheinung ist zu erwähnen. Alle Beobachtungsstationen haben ergeben, daß bei der nahezu halbtägigen Hauptschwingung des Lotes unter dem Einfluß der Flutkraft des Mondes das oben definierte Verhältnis α , das als ein Maß der Elastizität bezeichnet wurde, nach der nord-südlichen Schwingungsweite kleiner ist als nach der ost-westlichen. Man glaubte anfänglich hieraus schließen zu können, daß die Erde in der nord-südlichen Richtung nachgiebiger ist als in der ost-westlichen. Es hat sich jedoch gezeigt³⁾, daß diese Erscheinung auf die Deformation der Erde durch

¹⁾ *W. Schweydar*, Beobachtung der Änderung der Intensität der Schwerkraft durch den Mond. Sitzber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. 1914.

²⁾ *A. von Schmidt*, Das Trifilargravimeter. *Gerlands Beiträge zur Geophysik*, IV., 1898.

³⁾ *W. Schweydar*, Theorie der Deformation der Erde durch Flutkräfte. Veröffentlich. d. Kgl. Preuß. Geodät. Inst. N. F. Nr. 66, 1916.

den periodischen Druck der entsprechenden Partialflut des Meeres zurückzuführen ist.

5. Bestimmung der Elastizität aus der Bewegung der Rotationsachse.

Die Bewegung der Rotationsachse der starren Erde.

Zur Bestimmung der Elastizität der Erde führt noch ein dritter Weg. Die Erde ist im wesentlichen mit einem symmetrischen, in seinem Schwerpunkt unterstützten Kreisel zu vergleichen, dessen Drehachse nicht genau mit seiner Figurenachse zusammenfällt. Wenn bei einem Kreisel zu irgendeiner Zeit die Drehachse die Lage der Figurenachse verläßt, so wird sie ständig, von Reibungskräften abgesehen, im *Kreiselkörper* mit konstanter Geschwindigkeit einen Kreiskegel um die Figurenachse beschreiben. Eine solche Bewegung wird *freie Nutation* genannt, weil ihre Form und die Zeit, in der der Kreiskegel einmal durchlaufen wird, von äußeren Kräften unabhängig ist. Die Umlaufzeit heißt Eulersche Periode. Die Anziehung von Sonne und Mond auf die ellipsoidisch gestaltete Erde bewirkt, daß die Rotationsachse der Erde im Raume ihre Lage langsam ändert (um $50''$ pro Jahr) und sich innerhalb von etwa 26 000 Jahren einmal um die Senkrechte auf der Ekliptik, mit der sie nahezu konstant den Winkel von $23\frac{1}{2}^\circ$ bildet, ganz herumdreht. Über diese, *astronomische Präzession* genannte Bewegung lagert sich eine kurze Schwankung von der Form einer Ellipse, deren Achsen rund $9''$ bzw. $7''$ betragen und die in 18½ Jahren durchlaufen wird. Diese Bewegung wird als *astronomische oder erzwungene Nutation* der Drehachse bezeichnet, weil sie von den Anziehungskräften herrührt und die Periode dieser Kräfte annehmen muß. Infolge der Kombination beider Bewegungen beschreiben die Himmelspole eine Schlangenlinie. Aus den Konstanten der Präzession und Nutation, die durch astronomische Messungen sehr genau festgestellt sind, ergibt sich, daß die Periode der freien Nutation der Drehachse der Erde, falls diese überhaupt vorhanden ist, 303,3 mittlere Sonnentage betragen wird, wenn die Erde absolut starr ist (Eulersche Periode).

Bestimmung der freien Nutation.

Nur Beobachtungen können darüber entscheiden, ob die freie Nutation auftritt. Wenn ihr zufolge die Rotationsachse ihre Lage im Erdkörper verändert, so werden die geographischen Breiten, die mit großer Genauigkeit gemessen werden können, Schwankungen um einen Mittelwert von der Periode der freien Nutation unterworfen sein; denn die geographische Breite ist das Komplement des Winkels zwischen der Rotationsachse und der Lotlinie am Beobachtungsort. Letztere kann praktisch als unveränderlich angesehen werden, da ihre Bewegungen durch die Flutkräfte zu klein sind, um bei astronomischen Messungen in Frage zu kommen. Sehr um-

fangreiche und äußerst präzise astronomische Beobachtungen, unter denen die Arbeiten der Internationalen Erdmessung (ausgeführt durch das Zentralbureau in Potsdam) eine hervorragende Stellung einnehmen, haben tatsächlich in den geographischen Breiten einer Reihe, nach einem bestimmten Plan ausgesuchter Orte periodische Änderungen nachgewiesen. Die nähere Untersuchung ergab, daß die Rotationspole außer mehr oder weniger unregelmäßigen Bewegungen, die hauptsächlich auf die periodische Verschiebung von Luftmassen zurückzuführen sind, kleine Kreise beschreiben, deren Halbmesser etwa 6 m betragen. Die Pole durchlaufen den Kreis aber nicht in der Zeit von 303,3, sondern in 432,8 mittleren Sonnentagen. Man nennt diese Periode nach ihrem Entdecker, dem Astronomen *Chandler*, die *Chandlersche Periode*. Durch die Untersuchungen von *Wanach*¹⁾ ist der angeführte Wert dieser Periode auf etwa $\frac{1}{8}\%$ sicher.

Die Bewegung der Rotationsachse der elastischen Erde.

Diese Verlängerung der Eulerschen Periode rührt von der Elastizität der Erde her. Wenn sich die Erdachse verlagert, so wird an einem beliebigen Ort die Größe und Richtung der Zentrifugalkraft geändert; die Differenz zwischen der alten und neuen Kraft kann als eine deformierende Kraft aufgefaßt werden, die eine ähnliche Verteilung auf der Erdoberfläche hat, wie die Flutkraft des Mondes. Unter ihrem Einfluß wird auf den Ozeanen, die der Kraft leicht nachgeben, eine kleine Flut — Polflut genannt — von etwa 8 mm Höhe und 432,8 Tagen Periode hervorgerufen; sie wird ohne Zweifel wegen der Länge der Periode ihre Gleichgewichtshöhe erreichen.

Aber auch die feste Erde kann vermöge ihrer Elastizität der kleinen deformierenden Kraft nachgeben; sie hat das Bestreben, ihre Massen symmetrisch zu der neuen Lage der Drehachse anzuordnen und die Figurenachse mit der Rotationsachse zusammenfallen zu lassen. Dies gelingt wegen der geringen Elastizität nur unvollkommen, und die Figurenachse wird sich nur ein wenig in der Richtung auf die Rotationsachse zu verlagern. Um diese neue Lage der Figurenachse macht die Drehachse mit der Geschwindigkeit, die der Eulerschen Periode entspricht, eine Drehung; ihre neue Verlagerung hat wieder eine Verlagerung der Figurenachse zur Folge in der Richtung auf die Rotationsachse usw.; die Figurenachse wie die Rotationsachse beschreiben um die ursprüngliche Lage der ersteren Kreise, deren Radien im Verhältnis von etwa 3 : 10 stehen¹⁾. Die Zeit des Umlaufs der Rotationsachse ist aber größer als bei unveränderlicher Figurenachse, d. h. bei absolut starrer Erde. Die Bewegung der Rotationsachse im Raume, die astronomische

¹⁾ B. Wanach, Resultate des Internationalen Breitendienstes Bd. V, 1916.

Präzession und Nutation, wird durch die Elastizität der Erde ganz unbedeutend wenig beeinflusst¹⁾).

Der Wert der Elastizität nach der freien Nutation.

Aus dem Verhältnis der Chandlerschen zur Eulerschen Periode berechnete Herglotz²⁾ unter Berücksichtigung der Dichtezunahme im Erdinneren die Starrheitskonstante zu $11,7 \times 10^{11}$ Dynen; er fand also einen gegen die oben angeführten Ergebnisse völlig abweichenden Wert. Diesen Widerspruch konnte Schweydar dadurch beseitigen, daß er einer 1500 km dicken Gesteinsrinde die Starrheitskonstante $0,9 \times 10^{11}$ und einem Metallkern von 4500 km Radius die Starrheitskonstante 20×10^{11} zuschrieb; er fand jedoch, daß die Unstimmigkeit auf den Druck und die Anziehungskraft der bei den Meeresgezeiten gehobenen und gesenkten Wassermassen zurückzuführen ist³⁾).

6. *Einfluß der Meeresgezeiten auf die feste Erde.*

Die Analyse der Beobachtungen an Horizontalpendeln bezog sich, wie erwähnt, nur auf die nahezu halbtägige Hauptschwingung, die durch die größte Partialflutkraft des Mondes hervorgerufen wird. Die ihr entsprechende Partialflut des Meeres ist nach der dynamischen Theorie über große Gebiete der Ozeane umgekehrt, d. h. es tritt Niedrig- bzw. Hochwasser ein, wo die Kraft Hoch- bzw. Niedrigwasser herzustellen sucht. Da nun die elastischen Gezeiten im wesentlichen den statischen Gesetzen folgen, so wird der periodische Gezeiten- druck des Meeres die Deformation der festen Erde vergrößern; das Wasser fließt gerade ab, wenn das Land steigt. Wir beobachten demnach im Vergleich zu der Flutkraft zu große elastische Fluten und berechnen eine zu kleine Starrheitskonstante, d. h. eine zu große Elastizität.

Das Ergebnis aus der Chandlerschen Periode der Polbewegung ist ebenfalls durch die Polflut des Meeres verfälscht. Letztere trägt zu der Verlängerung der Periode der Polbewegung bei, und wir müssen auch hier zu einer zu kleinen Starrheitskonstante kommen, wenn wir ohne Rücksicht auf die Polflut die ganze Differenz zwischen der Eulerschen und Chandlerschen Periode der Deformation der festen Erde allein zuschreiben.

7. *Bestimmung der Elastizität mit Rücksicht auf die Meeresgezeiten.*

Führt man unter diesem Gesichtspunkt die Rechnung durch, so ergibt sich $16,4 \times 10^{11}$ Dynen für die Starrheitskonstante. Wegen der großen Mängel, die der dynamischen Theorie des Meeres

¹⁾ W. Schweydar, Die Bewegung der Drehachse der elastischen Erde im Erdkörper und im Raume. Astron. Nachr. 203, 1916.

²⁾ G. Herglotz, Über die Elastizität der Erde bei Berücksichtigung ihrer variablen Dichte. Zeitschr. f. Mathem. u. Physik Bd. 52.

³⁾ W. Schweydar, Untersuchungen über die Gezeiten der festen Erde und die hypothetische Magmaschicht. Veröff. d. Kgl. Preuß. Geodät. Inst. N. F. Nr. 54, 1912.

noch anhaften, läßt sich das Ergebnis aus der Hauptschwingung des Lots nach den Beobachtungen an Horizontalpendeln nicht einwandfrei korrigieren. Eine rohe Überschlagsrechnung läßt auch hier auf den Wert $12 - 18 \times 10^{11}$ Dynen schließen.

Aus diesem Grunde ist die halbtägige Hauptschwingung des Lotes für die genauere Beurteilung der Elastizität ungeeignet. Besser ist es, die Schwingungen zu verwenden, die von den beiden größten der Partialflutkräfte des zweiten Typus herrühren, weil die entsprechenden Partialwellen in den Gezeiten des Meeres klein sind; letztere würden bei einem die Erde mit gleichmäßiger Tiefe bedeckenden Meere überhaupt nicht auftreten können. Die genauere Ableitung der Lotschwingungen von diesem Typus hat aber nur Aussicht auf Erfolg bei einer besonders guten Aufstellung der Horizontalpendel, wie bei der in dem erwähnten Bergwerk in Freiberg i. Sa. Aus diesen Partialschwingungen folgt die Konstante der Gestaltselelastizität zu $19,8 \times 10^{11}$.

Beide Methoden führen demnach zu dem nahezu übereinstimmenden Ergebnis, daß die Starrheit der Erde als Ganzes etwa $2\frac{1}{2}$ mal so groß ist als die des Stahles.

Die zuerst genannte Lord Kelvinsche Methode kommt nicht in Betracht, da die benutzten Meeresfluten die Gleichgewichtshöhe nicht erreichen.

8. *Die Variation der Elastizität im Innern der Erde.*

Bei den obigen Ableitungen ist vorausgesetzt, daß die Starrheit überall in der Erde denselben Wert hat; das Ergebnis ist zu definieren als der Grad der Elastizität, der der Erde als Ganzes zugeschrieben werden muß, um die elastischen Gezeiten und die Verlängerung der Periode der Polbewegung darzustellen. In der unten⁴⁾ angeführten Arbeit wird allgemeiner angenommen, daß die Dichte und Elastizität in der Erde von Schicht zu Schicht gesetzmäßig veränderlich ist, und die Theorie der Deformation der Erde durch die Flutkraft und der Verlängerung der Periode der Polbewegung unter Voraussetzung der Inkompressibilität und unter Berücksichtigung der Bewegung des Meeres gegeben. Der Vergleich mit den Beobachtungen führt zu dem mit den Folgerungen aus der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen übereinstimmenden Ergebnis, daß die Starrheit in der Erde mit der Annäherung an das Erdzentrum wächst, und zwar schneller, als die Dichte. Die Starrheit der oberflächlichen Teile wird zu $2,6 \times 10^{11}$, die der zentralen Teile zu etwa 30×10^{11} Dynen gefunden.

9. *Die Elastizität nach den Erdbebenwellen.*

Die Erdbebenwellen, die in einem Herde aus-

⁴⁾ W. Schweydar, Theorie der Deformation der Erde durch Flutkräfte. Veröffentl. d. Kgl. Preuß. Geodät. Inst. N. F. Nr. 66, 1916.

gelöst werden, sind elastische Schwingungen der Erde. In den Wellenzügen, die noch auf sehr große, viele Tausende Kilometer zählende Entfernungen die empfindlichen Seismographen bewegen, interessieren hauptsächlich zwei Typen, die als longitudinale und transversale Schwingungen angesprochen werden müssen. Sie gelangen über große Tiefen auf gekrümmten Bahnen vom Herd nach der Station. Ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit hängt von der Elastizität und der Dichte der Erdschichten ab, die sie durchheilen, und wird die Zeit bestimmen, die eine bestimmte Welle braucht, um vom Herd nach einer gegebenen Beobachtungsstation zu kommen. Diese „Laufzeiten“ für eine große Anzahl von Orten der Erdoberfläche geben uns ein Mittel, auf das Verhältnis der Elastizität zur Dichte bis zu großen Tiefen hinab zu schließen. An der Erdoberfläche ergibt sich für die Konstante der Starrheit ein Wert, der sehr nahe mit dem oben angeführten übereinstimmt. In größeren Tiefen deuten die Erdbebenwellen aber auf größere Werte der Starrheit hin, als aus den elastischen Gezeiten und der Polbewegung folgt, woraus man schließen muß, daß das Erdinnere deformierenden Kräften von sehr kurzer Periode einen größeren elastischen Widerstand entgegensetzt als den langsamer wirkenden Gezeitenkräften.

Zusammenfassung.

Aus den elastischen Gezeiten der Erde wie aus der Bewegung ihrer Rotationsachse im Erdkörper ergibt sich, daß sich die Erde wie eine gleich große Kugel verhält, deren Starrheit etwa $2\frac{1}{2}$ -mal so groß als die des Stahles ist. An der Oberfläche hat die Konstante der Starrheit den bedeutend geringeren Wert von etwa 3×10^{11} Dynen und nimmt mit der Tiefe schneller zu als die Dichte des Erdmaterials, um in den zentralen Teilen den Wert von etwa 30×10^{11} zu erreichen. Bei sehr raschen Deformationen, wie sie bei den elastischen Schwingungen der Erdbebenwellen auftreten, verhält sie sich mit noch größerer Starrheit. Die Gestaltelastizität scheint also wie bei einem pechartigen Körper von der Periode der deformierenden Kräfte abzuhängen.

Besprechungen.

Grobben, Karl, Lehrbuch der Zoologie, begründet von C. Claus. 3. uncarb. Auflage (9. des Lehrbuches von C. Claus). Marburg i. H., Elwerts Verlag, 1917. XVI, 1087 S. und 1029 Abbild. Preis geh. M. 20,—, geb. M. 22,50.

Unter den gebräuchlichen Lehrbüchern in deutscher Sprache ist das von (Claus-)Grobben das umfangreichste. Wir finden es daher weniger in der Hand derjenigen Studierenden (wie z. B. der jungen Mediziner), für die Zoologie nur Hilfswissenschaft ist, während angehende Zoologen und Studenten der Biologie ihm wegen seiner Ausführlichkeit vielfach den Vorzug geben. Einsicht in die Probleme der allge-

meinen Zoologie und klares Verständnis der Hauptorganisationstypen ist das, was beim Studium der Zoologie zuerst nottut; in einem kurz gefaßten Lehrbuch bleibt neben diesen beiden Aufgaben kaum noch Raum, der spezielle Teil muß sich daher vielfach mit der Entwicklung jener Organisationstypen begnügen, ohne auf die Systematik näher eingehen zu können. Dabei geht allerdings etwas Wesentliches verloren: der rechte Eindruck von der ganzen Vielartigkeit tierischer Formen und der Reichhaltigkeit des Tierreichs. Diese Reichhaltigkeit läßt sich natürlich niemals in ein Lehrbuch fassen; immerhin ist in dem Grobbenschen Werk die Systematik erheblich weiter ausgebaut als in den übrigen einbändigen Lehrbüchern. Der Vorteil dieser Ausführlichkeit ist keineswegs ein rein quantitativer, liegt sogar mehr in der vertieften Erkenntnis der morphologischen Zusammenhänge, die die breitere Basis ermöglicht. In der Tat dürfte ein gut Teil der wertvollen Sonderart des vorliegenden Buches in seiner besonders gründlichen, modern morphologisch-phylogenetischen Durcharbeitung liegen.

Schon in der vorletzten Auflage war Grobben nicht nur neueren systematischen Gesichtspunkten gefolgt, sondern hatte gewagt, mit der Darstellung seines Lehrbuches in die Systematik großen Stils durch Bildung neuer Kategorien einzugreifen.

Innerhalb der Protozoen waren mit Hatschek die Flagellaten, Rhizopoden und Sporozoen als „Cytomorphae“ den „Cytoidea“ (Ciliaten) gegenübergestellt, im Reich der Metazoen die Ray-Lankestersche Einteilung in Cölenterata und Cölomata mitgemacht. Grobben glaubt auch unter den zu letzteren rechnenden Tierkreisen noch zwei große Verwandtschaftsgruppen unterscheiden zu können, nämlich Protostomier und Deuterostomier. Die erste Gruppe deckt sich im Umfang mit dem schon von Hatschek erkannten großen Verwandtschaftsstamm der niederen Würmer, Gliederwürmer, Arthropoden, Mollusken und Molluskoiden, doch legt Grobben besonderen Nachdruck darauf, daß bei all diesen Formen der Urmund der Gastrula zum definitiven Mund wird oder ihm wenigstens entspricht, während bei den Deuterostomiern der definitive Mund eine Neubildung ist, der Urmund aber den After bildet oder seine Stelle bezeichnet. Deuterostomier sind die Echinodermen und Enteropneusten, die Grobben mit anderen als Ambulacraria zusammenfaßt, ferner die Chätognathen, für die die den Ambulacraria koordinierte Kategorie der Homalopterygia von Grobben geschaffen wird, und endlich die Chordonia mit Tunicaten, Acraniern und Vertebraten. Diese systematischen Grundzüge werden im wesentlichsten in der neuen Auflage beibehalten. Die Coelomaten werden nun auch Bilateria genannt; Referent würde diese Bezeichnung sogar vorziehen, weil es immerhin etwas mißlich ist, die parenchymatösen Würmer als Coelomate zu bezeichnen, selbst wenn die Beziehung ihrer Organhöhlen zu dem Cölom nicht in Zweifel gezogen wird. Der Name Bilateria bringt allerdings nicht zum Ausdruck, daß der wesentlichste Unterschied gegenüber den Coelenteraten im Auftreten von Hohlräumen (Organhöhlen, Schizocoel oder endlich echtes Coelom) im Mesoderm besteht, so daß vielleicht ein neuer Ausdruck: Mesocoelia am geeignetsten wäre. Die Zusammenfassung von Enteropneusten und Echinodermen ist beibehalten, der von Metschnikoff herrührende Name Ambulacraria jedoch aufgegeben; er beruhte auf einem Vergleich der Eichel der Enteropneusten mit einem Ambulacralfüßchen, der nach der Erkenntnis, daß das Eichelcoelom gar nicht dem eigentlichen Ambulacral-

coelom, dem Hydrocoel, sondern dem Axocoel entspricht, nur noch in einem sehr vagen Sinne zutrifft. Der neue, von Heider erfundene Name Coelomopora erscheint auch dem Referenten besser, obwohl Coelomporen auch sonst bei Coelomaten auftreten, so daß er die gemeinsame Bezeichnung Hydrocoelia vorschlagen möchte, die sich auf den Besitz eines Hydrocoels, d. h. eines nach außen geöffneten und durch Wasser schwellbaren Coelomabschnitts stützen würde.

Durch die Anordnung der Gruppen Coelomopora, Homalopterygia, Chordonia erscheinen die Enteropneusten (die neben den Eichelwürmern [Helminthomorphen] auch die Pterobranchier umfassen) sehr weit getrennt von den Chordoniern, zu denen sie doch durch ihre Vorderdarmkiemen, das dorsale Nervensystem und vielleicht auch durch den Kopfdarm (Eicheldarm, Chorda) Beziehungen aufweisen. Reichen diese Beziehungen auch durchaus nicht hin, um die Enteropneusten in die Chordonier einzureihen (wie von einigen Systematikern versucht wurde), so würde es Referent doch praktisch erscheinen, die Chaetognathen als erste Gruppe der Deuterostomier zu behandeln.

Von weiteren systematischen Änderungen mag erwähnt werden, daß die Orthonectiden und Rhombozoen, jene eigenartigen zweischichtigen Organismen, in denen man eine Zeitlang Übergangsformen vom Protozoenreich zu den Metazoen erkennen zu können glaubte („Mesozoen“), die jedoch durch ihre parasitische Lebensweise modifiziert sein werden und ein Coelenteron vielleicht sekundär verloren haben könnten, in der neuen Auflage als erster Stamm der Coelenteraten behandelt werden, gleichwertig neben Schwämmen, Cnidariern und Ctenophoren. In der vorigen Auflage waren sie als Klasse der Cnidarier aufgeführt, die Beziehung zu der Planularlarve bleibt aber aufrecht erhalten und ist auch in der Bezeichnung Planuloidea zum Ausdruck gebracht. Ferner wäre zu erwähnen, daß die Trilobiten als selbständige Gruppe der Branchiaten den Crustaceen koordiniert wurden, und daß an Stelle des nur für die Brachiopoden zutreffenden Namens „Molluskoidea“ die Bezeichnung „Tentakulata“ gewählt wird, die für die übrigen Angehörigen der Gruppe (nämlich Phoronis und die Bryozoen [mit Ausschluß der zu den Scoleciden gehörigen entoprokten Bryozoen]) besser zutrifft. Auch im einzelnen hat die Systematik mancherlei Änderungen erfahren; so wurde beispielsweise die Zusammenfassung der straußartigen Vögel (Struthiomorphae) wegen des wahrscheinlich phylogenetisch selbständigen Ursprungs der afrikanischen (Struthionnes), amerikanischen (Rhea) und australischen (Casarius, Dromaeus) Strauße aufgegeben. Ferner wurde, um noch zwei Beispiele herauszugreifen, die Systematik der Tethyodea (Ascidien) erneut durchgearbeitet, Octacnemus nicht mehr den Salpen, sondern den Ascidien beigelegt, der früher als Repräsentant einer besonderen Ordnung geführt wurde, in die Familie der Molguliden (Ordnung Stolidobranchiaten) eingeordnet. In der Einteilung der Crinoiden wurden die beiden Batherischen Gruppen der Monocyclica und Dicyclica angenommen.

Auch im allgemeinen Teil bezeugen kleine Änderungen oder Zusätze die intensive Überarbeitung der neuen Auflage. Unter den allgemeinen Eigenschaften der Organismen wird die bestimmte Form hervorgehoben, in dem Abschnitt über Stoffwechsel finden wir neue Bemerkungen über die Rolle der Enzyme,

über den Abbau der Nahrungsmittel bis zu gewissen Stufen vor dem Neuaufbau und über Gewebsverdauung. In den Bemerkungen über Reizbarkeit ist die Galvanotaxis etwas mehr bedacht. In der ausgezeichneten Darstellung der Deszendenztheorie ist ein kleiner Abschnitt eingefügt, in dem ausgeführt wird, daß im Gegensatz zu der systematischen Einheit der Art und des Genus, die monophyletisch sein sollen, ein „Formtypus“, z. B. der Medusen, auch polyphyletischen Ursprung haben kann. In dem deszendenztheoretisch-paläontologischen Abschnitt ist die Schilderung der Phylogenie des Pferdefußes geändert, die Ausführungen über geographische Verbreitung haben durch Abschnitte über Höhlenfauna und Glazialrelikte sowie durch einen Hinweis auf den litoralen Ursprung der Planktonfauna Erweiterung erfahren, andererseits Kürzung durch Streichung der Notiz über Liopelma hochstetteri, den einzigen Batrachier Neuseelands. Weiterhin mögen erwähnt werden: ein neuer Hinweis darauf, daß auf Grund der Mendelschen Vererbungsgesetze, die die große Selbständigkeit einzelner Merkmale dartun, auch eine Singularvariation nicht durch Kreuzung unterzugehen braucht, sondern sich ausbreiten, erhalten und durch Selektion zur Herrschaft gebracht werden kann. Pluralvariationen stehen natürlich noch günstiger; Grobben betont, daß es von besonderem Belang sei, daß innerhalb eines Artkreises gleiche Ursachen naturgemäß gleichsinnige Variationen veranlassen werden. Neu ist ferner ein Hinweis auf die Abhängigkeit der Mutationen von der Lebenslage, die Erwähnung des Dolloschen Gesetzes der Irreversibilität, nach welchem die phylogenetische Entwicklung niemals — auch nicht bei rückschrittlichem Verlauf — zu den Formen von Vorfahren zurückführt. Über das Aussterben der Arten ist ein neues Kapitel geschaffen, in dem ausgeführt wird, daß neben unmittelbarer Verdrängung im Kampf ums Dasein, die bei einmal eingeschränkter Individuenzahl durch die platzgreifende Inzucht unterstützt wird, noch innere Ursachen herangezogen werden müssen. Dahin gehört wahrscheinlich die heruntergesetzte Variabilität, die sich bei hochgradig spezialisierten Formen bemerkbar macht, deren Variabilität und Weiterentwicklung dann nur noch in einer einmal eingeschlagenen Richtung erfolgen kann, was zuweilen notwendig zum Untergange führen muß.

In der allgemeinen Grundformenlehre finden wir einen neuen Hinweis darauf, daß schon bei den ciliaten Protozoen asymmetrische Körperform auftritt, sowie die Bemerkung, daß die disymmetrische Grundform der Hexactinaria als tertiär zu bezeichnen ist, indem diese Tiere ursprünglich radiär, dann bilateralsymmetrisch und zum Schluß erst disymmetrisch werden. In der Histologie ist die Bemerkung über Rückbildungsfähigkeit nicht mehr auf alle Zellen ausgedehnt; bei Besprechung der elektrischen Organe wird darauf hingewiesen, daß deren mächtige Leistung als Steigerung der in geringem Maßstabe auch in Muskel, Nerv und Drüse beobachteten Elektrizitätsproduktion aufzufassen ist. Die früher positiv gehaltene Bemerkung über das Farbensehen der Wassertiere ist in der neuen Auflage unbestimmt gelassen; auf Ultraviolett empfindlichkeit wird hingewiesen. Im Kapitel über Atmung hat ein Abschnitt über die Anoxybiose der Cestoden, Trematoden und Nematoden Platz gefunden, die in sauerstofffreiem Medium zu leben vermögen, und über intramolekulare Atmung durch Spaltung von Reservestoffen, bei der Sauerstoff frei wird. Ferner ist neu eine Bemerkung über die biologische Bedeutung

der Leuchtorgane und ein Hinweis auf das Vorkommen von Dissogonie in der Gattung *Nereis*, ferner ein Abschnitt, in dem erwähnt wird, daß bei Geschlechtsdimorphismus meist das Weibchen, zuweilen aber auch das Männchen konservativer, von der Gestalt der Stamm- und Jugendform weniger abweichend gestaltet ist. In dem Kapitel über Ei- und Samenbildung ist der Begriff des Synapsisstadiums sowie der „haploiden“ und „diploiden“ Chromosomenzahl eingeführt, ebenso bei Besprechung der Befruchtung die Bezeichnungen „Chromosomengarnituren“ oder „sortimente“, wogegen die in der letzten Auflage noch stehende „Zentrenquadrille“ von *Fol* endlich beseitigt ist. Zu den nennenswertesten Erweiterungen der neuen Auflage gehören die Ausführungen über die X-Chromosomen, überhaupt über die Verschiedenheit der Chromosomensortimente bei Samen und Eizelle, über Geschlechtsbestimmung und über den Zusammenhang der Chromosomenlehre und der Mendelschen Vererbungsgesetze, deren Schilderung durch Einführung der Begriffe „homozygot“, „heterozygot“, durch Erwähnung eines Falles ohne volle Dominanz (blaue Andalusierhühner), durch Besprechung der Verhältnisse bei Dihybriden und Betonung der individuellen Selbständigkeit und Unmischbarkeit der Gene bereichert worden ist.

Das Kapitel über Entwicklung hat einen neuen einleitenden Abschnitt über Präformation und Epigenese erhalten, ferner finden sich neue Bemerkungen über das Auftreten superficieller Furchung bei Anthozoen und über die superficielle Furchung mancher Krebse, die vorübergehend das Bild einer Keimscheibe ergibt, weiterhin über die einer Höhle entbehrenden Furchungskugeln der Siphonophoren, Octactinarien und vieler Hydroiden. Erheblich ausführlicher sind in der neuen Auflage — als Basis für die systematischen Kategorien der Protostomia und Deuterostomia — die Ausführungen über den Verschluß des Urmundes und seine Beziehungen zu definitivem Mund und After. Auch die Schilderung der Bewältigung des zuweilen massenhaften Dotters durch den Keim ist erweitert. Bei Besprechung der Mesodermbildung wird auf den Unterschied von Ectomesoderm und Entomesoderm Wert gelegt; dazu findet die Theorie von *Hatschek* und *K. C. Schneider* Erwähnung, nach der auch das aus Urmesodermzellen hervorgehende Mesoderm als ectodermal zu betrachten wäre und in scharfem Gegensatz stände zu dem entodermalen, durch Faltenbildung entstehenden Mesoderm, was systematisch verwertet werden soll. Gegenüber der in der vorigen Auflage beibehaltenen Ableitung der Keimzellen vom mittleren Keimblatt wird jetzt die Sonderstellung und die sehr frühe Differenzierung der Keimzellen betont, ihre Lagebeziehung zu dem einen oder anderen Keimblatt nicht mehr als Beweis ihres Ursprungs gedeutet. Endlich ist neu die Besprechung der Polyembryonie der parasitischen Hymenopteren und einiger Gürteltiere; im Abschnitt über die Gemmulaebildung der Süßwasserschwämme hat nunmehr auch die Tatsache Erwähnung gefunden, daß ähnliche Fortpflanzungskörper auch bei einigen marinen Formen auftreten.

Auch die Illustrierung der neuen Auflage ist vielfach bereichert. Neu bzw. durch bessere ersetzt sind z. B. eine Figur der ersten Furchungsteilung des *Ascaris*-eies (nach *Boveri*), über die Vielkernbildung vor der Gametenbildung bei *Aulacantha*, einer Radiolarie (nach *Borgert*); ein Bild von retikulärem Bindegewebe und eins vom chondroiden Bindegewebe des Flußkrebsses, eine neue Figur eines Muskelprimitivbündels von *Argulus* (Original), eine neue Figur von markhaltigen

Nervenfasern sowie von einer Ganglienzelle mit Neurofibrillennetz vom Blutegel (nach *Apathy*). Weiter wären zu nennen eine Originalfigur einer Sinnesknospe der Salamanderlarve, eine gute eigene Abbildung des Osphradiums (von *Pterotrachea*), eine Figur eines Chordotonalorgans, eine Ersatzfigur eines inversen Spinnenauges, eine gute schematische Figur einer Fächertrachee einer Spinne und eine schematische Originalfigur vom Blutkreislauf eines Anneliden. Sehr hübsch sind eine Abbildung, die ein Paar Lymphherzen einer Salamanderlarve darstellt (nach *Hoyer* und *Udziała*) und eine Figur eines Speichernierenbläschens von *Ascidia*. Weiter folgen eine neue Figur vom Befruchtungsvorgang des Seeigeleies und die lehrreiche Abbildung der beiden Chromosomengarnituren von Männchen und Weibchen bei *Anasa tristis* nach *Wilson*. Im Abschnitt über Entwicklung finden wir ein neues Schnittbild durch einen etwas älteren Embryo eines Flußkrebsses, eine Schnittfigur einer Keimscheibe des Skorpions nach *Brauer* und eine Darstellung eines Furchungsstadiums von *Moina* mit frühzeitig gesonderter Genitalzelle. Eine neue Figur zeigt uns ein Infusor in serialer Längsteilung, eine andere einen guten Längsschnitt durch *Hydra* mit Geschlechtsorganen und knospendem Tochterindividuum, zum Kapitel Generationswechsel ist eine Figur eines Hydrozoenstöckchens mit knospenden Medusen neu hinzugefügt.

Im speziellen Teil wurde bei den Protozoen die Figur von *Trichomonas* durch eine bessere ersetzt, im Abschnitt über Coelenteraten findet sich eine neue Figur von *Pennatula*. Die Illustration der Teile über niedere und höhere Würmer ist bereichert durch eine Abbildung einer jungen *Ancylostomal*larve. Die Larven können bekanntlich durch die menschliche Haut in den Blutstrom und schließlich in den Darm gelangen, wo sie herangewachsen die gefürchtete, in Ägypten und Italien verbreitete ägyptische Chlorose oder Grubenkrankheit erzeugen, die, durch Arbeiter verschleppt, bei großen Tunnelbauten in den Alpen eine große Rolle gespielt hat. Ferner finden wir eine neue Figur von Chätogaster und vom Blutegel sowie eine sehr zu begründende Originalfigur des Egels *Cystobranchus* mit seinen eigenartigen, nach außen vorspringenden Blutlakunensäcken. Bei den Trilobiten eine gute Ersatzfigur von *Triarthrus*, die die Spaltfüße schön zeigt. Bei den Spinnen hat die ältere Skorpionfigur einer vortrefflichen neuen Platz gemacht, dazugekommen ist noch eine Abbildung des netzartigen Skorpionovariums und eine Figur der Spinnndrüsen von *Epeira* sowie eine Ersatzfigur, die das Blutgefäßsystem zur Darstellung bringt. Ein neues Habitusbild eines Pantopoden. Die frühere Figur absonderlicher *Platygaster*larven ist durch eine neue Abbildung endoparasitischer Hymenopterenlarven ersetzt. Weiterhin finden sich an neuen Illustrationen zur Gruppe der Insekten: eine Abbildung einer Holzlaus (*Psocide*), ein Libellenbild (*Gomphus*), eine Figur eines „Blattflohes“ (*Psylla*). Von Weichtieren hat *Grobbe*n in der neuen Auflage das Schneckenhaus von *Pleurotomaria* mit dem Schalenschlitz (nach *Schmalz*) abbilden lassen, ferner *Entoconcha mirabilis*, eine jener überaus merkwürdigen, in Holothuriern schmarotzenden, wurmförmigen Schnecken; eine Originalfigur stellt die Anatomie von *Nucula* dar, die Figur des Tintenfisch-Nervensystems ist ersetzt, desgleichen ein Bild von Niere und Kreislauforganen von *Sepia*. Bei den Bryozoen ist die *Srupocellaria*figur ersetzt, bei den Brachiopoden ein gutes Schema des Körperbaues geliefert; bei den Pterobranchiern eine anatomische Figur von *Cephalo-*

discus und ein Habitusbild von Rhabdopleura gegeben. Bei den Echinodermen erläutert eine neue Figur der bilateralsymmetrischen Larve die Verhältnisse der Leibeshöhle mit ihren drei Blasenpaaren, außerdem ist der Seestern *Culeita* abgebildet. In der Gruppe der Tunicaten ist eine Appendicularienfigur ersetzt, beim Amphioxus ein Schema des Blutgefäßsystems hinzugekommen. Im allgemeinen Kapitel über die Wirbeltiere ist ein Schema des Wirbeltiergehirns nach *Bütschli* Figur aus dessen vergleichender Anatomie übernommen. An Stelle einer älteren ist eine gute Originalfigur von *Myxine* getreten. Neu ist fernerhin ein Bild des geöffneten Schädels des Karpfens mit den Weberischen Knöchelchen, die jene merkwürdige Verbindung der Schwimmblase mit dem Gehör- bzw. statischen Organ herstellen. *Amiatus calvus* (Ganoiden) ist in einer schönen Originalfigur dargestellt. Das frühere Bild des unpaaren Scheitelauges der Saurier ist durch ein neues Schema der Parietalorgane ersetzt. Bei den Vögeln findet sich eine Figur der Wasserralle, bei den Säugetieren ein Bild des Beutelfuchses, eine Abbildung des Kopfes von *Manis* (Schuppentier), eine bessere Ersatzfigur eines Gürteltieres und eines Klippschlieferes. Endlich sind einige Skelettfiguren von *Phenacodus*, jener den fleischfressenden Creodontiern noch nahestehenden primitiven Huftiergattung, die den Ursprung der großen Gruppe der Huftiere verdeutlichen, durch bessere ersetzt.

Alle Figuren des Grobbenschen Buches stellen Holzschnitte oder Zink-Strichätzungen dar, Tonätzungen, vor allem die sonst auch bei Lehrbuchfiguren neuerdings vorzugsweise oder fast ausschließlich verwendete Autotypie scheint gar nicht angewendet, obwohl sie imstande ist, einen plastischeren, lebensvolleren Eindruck zu vermitteln. Der Autor scheint umgekehrt die Strichfiguren zu bevorzugen, denen allerdings oft eine etwas größere Klarheit und Bestimmtheit zuerkannt werden muß; viele der vom Wiener naturwissenschaftlichen Universitätszeichenlehrer *Kasper* ausgeführten Figuren sind auch in der Tat mustergültig. Überblickt man das über das Neue der vorliegenden Auflage Angeführte, so wird man den Eindruck einer energischen Durcharbeitung erhalten, die das Buch nicht nur auf der Höhe fortschreitender Forschung hielt, sondern bei der auch das sachlich Bleibende immer wieder die bessernde Hand erfuhr. Bedenkt man die Menge des Neuen z. B. in der Illustrierung, so scheinen weitere Wünsche fast unbescheiden, und doch bleiben auch jetzt noch Lücken, so erscheint z. B. eine Abbildung der Eltern-, Tochter- und Enkelgeneration von einem konkreten Fall mendelscher Vererbung dringend erwünscht. Natürlich gibt es auch mancherlei, was Referent gern in den Text aufgenommen sähe, unter anderem z. B. eine Andeutung der Fundamentalprobleme der Entwicklungsphysiologie, über die der Student aus vorliegendem Buche gar nichts erfährt. Auch hätten moderne kritische Formen des Neolamarckismus, in denen der Gedanke vertreten wird, daß die Handlungsreaktionen des Organismus Prototyp einer Zweckmäßigkeitseinstellung mancher Einrichtungen oder Reaktionen im Organismus sind, ebensogut Erwähnung verdient, wie etwa das keineswegs bedenkenfreie Rouxsche Prinzip des Kampfes der Teile und manches Nebensächlichere. Indessen wird jeder Universitätslehrer sich mehr oder weniger individuelle Anschauungen darüber bilden, was in ein Lehrbuch gehört oder nicht, und nichts wäre verfehler, als ein in seiner Art ausgezeichnetes Buch wegen einer etwas anderen Basis mit Kritik zu überhäufen. Referent wiederholt, daß ihm das Grobbensche

Buch für den Gebrauch der eigentlichen Zoologiestudenten besonders geeignet erscheint, weil es nicht mehr lediglich „Lehrbuch“ ist, das nichts als Examenstoff brächte, sondern eine Art „Kleines Handbuch“, das dem tiefer interessierten Praktikanten vielfach als erstes Nachschlagebuch dienen kann.

S. Becher, Rostock.

Tschudi, Friedrich von, Biographien und Tierzeichnungen aus dem Tierleben der Alpenwelt. Mit Anmerkungen versehen von Prof. Dr. F. Zschokke in Basel. Lieferung 1. Zürich, Rascher & Cie., 1917. 124 S. und 11 Federzeichnungen von Chr. Conradin. Preis M. 1,20.

64 Jahre sind verflossen, seit die erste Auflage von *Friedrich von Tschudis* „Tierleben der Alpenwelt“ erschienen ist. Der Versuch des Verfassers, „diese großartige Welt der Gebirge in den Umrissen ihres tierischen Lebens und im Zusammenhange ihrer ganzen Erscheinung aufzufassen“, hat überall begeisterte Anerkennung gefunden, und nicht mit Unrecht hat der französische Historiker *J. Michelet* dieses klassische Buch, in dem sich meisterhafte Naturbeobachtung mit einer wahrhaft künstlerischen Darstellung der Alpenwelt vereinigt, „la bible des Alpes“ genannt. Trotz der zahlreichen Auflagen, die v. Tschudis Werk erlebt hat, war es seit Jahren im Buchhandel vergriffen. Es wird daher auch außerhalb der schweizerischen Eidgenossenschaft freudig begrüßt werden, daß der Verlag von Rascher & Cie. sich entschlossen hat, die wichtigsten Kapitel als eine Sammlung von Tierbiographien in 4—5 Lieferungen neu herauszugeben. Die erste Lieferung behandelt die frei lebende Tierwelt der Bergregion, und zwar Honigbiene, Bachforelle, Natter, Wasseramsel, Haselwild, Urhühner, Uhu, Schlafmäuse, Eichhörnchen und Berghasen, Dachse, Wildkatzen. Der Text v. Tschudis ist nahezu unverändert geblieben; abweichende Auffassungen, die durch neuere Forschungsergebnisse bedingt sind, sollen am Schlusse des ganzen Bandes durch den Herausgeber in einzelnen Anmerkungen begründet werden. Die vorliegende Lieferung enthält 11 treffliche Federzeichnungen des kürzlich verstorbenen Graubündener Malers *Chr. Conradin*.

F. Pax, Breslau.

Molisch, Hans, Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Für Botaniker, Gärtner, Landwirte, Forstleute und Pflanzenfreunde. Jena, G. Fischer, 1916. X, 306 S. und 127 Abbild. im Text. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 11,20.

Die Durchsicht unserer pflanzenphysiologischen Lehr- und Handbücher hat den Verfasser gelehrt, „daß gerade das spezifisch Gärtnerische in den meisten nur ganz flüchtig berührt und so stiefmütterlich behandelt wird, als gehöre es gar nicht hierher“. Diesem Mangel unserer Lehrbuchliteratur will der Verfasser mit dem vorliegenden Werke abhelfen. Seine persönlichen Beziehungen zu dem Interessenkreise des Gärtners, seine Bemühungen, als Forscher die den Gärtner bewegenden Fragen zu fördern, und seine bekannte Darstellungskunst sichern ihm das Gelingen seiner Absicht.

Die pflanzenphysiologischen Fragen, die dem denkenden Gärtner zu schaffen machen, sind so zahlreich, daß das in erster Linie für Gärtner geschriebene Buch beinahe eine kurzgefaßte Lehre vom Leben der Pflanze überhaupt geworden ist und mit Recht sich auch ein Hilfsmittel der Botaniker, Landwirte und Pflanzenliebhaber nennt. Selbstverständlich sind die den Gärt-

ner beschäftigenden Kapitel besonders ausführlich gehalten. Die Lehre von der *Ernährung* der Pflanzen, mit der der Verfasser sein Buch beginnt, umfaßt ein Drittel des Werks; auch die Ernährungsweise der Pilze wird — mit Rücksicht auf Champignonbeet und Orchideenkultur — behandelt. Zur Erläuterung der *Atmung* genügen einige Seiten. Das Kapitel *Wachstum*, das vor allem die kausale Seite der Fragen behandelt, beschäftigt sich gleichzeitig mit den Tropismen, mit der Lehre von der Polarität, mit dem Baumschnitt, mit Ruheperiode und Treiberei und mit dem Laubfall. Ein eigener Abschnitt wird dem *Erfrieren und Gefrieren der Pflanzen* gewidmet. Sehr eingehend wird die *Fortpflanzung*, namentlich die ungeschlechtliche — einschließlich der Veredelungsverfahren — behandelt; der die geschlechtliche schildernde Abschnitt gibt namentlich über die Abhängigkeit des Blühens von äußeren Bedingungen Aufschluß. Es folgen ein Kapitel über die *Keimung*, insbesondere über die Keimungsbedingungen, und ein letzter über *Variabilität, Vererbung und Pflanzenzüchtung*.

Die Auswahl des Stoffes mit Rücksicht auf die Interessen des Leserkreises, an den sich der Verfasser wendet, stellt ohne Frage eine außerordentlich schwierige Aufgabe dar. Der Verfasser hat sie ausgezeichnet gelöst — wie es scheint, fast in allen Punkten mit gleich glücklicher Hand. Ob freilich der Verfasser sich immer mit hinreichender Ausführlichkeit über *pflanzenanatomische* Fragen äußert, so daß der Leser allenthalben den auf anatomischem Verständnis sich begründenden physiologischen Darlegungen zu folgen vermag, wage ich nicht zu entscheiden. Weiterhin wäre in Erwägung zu ziehen, ob die Vorgänge der Bestäubung und der Befruchtung nicht eine etwas eingehendere Behandlung verdienen, und ob die dem Blick des Gärtners sich aufdrängenden *pflanzenpathologischen* Erscheinungen gleichmäßig berücksichtigt worden sind. Bei künftigen Auflagen wird Verfasser doch vielleicht manches von dem, was er vorläufig fernzuhalten für wichtig hielt, noch einzuschalten vorziehen, und dafür manche ausführliche Berichte — wie die über *Palmenwein* oder *Agaventrunk* — kürzen.

Die Darstellung des Stoffes ist überall wohlgelungen, die Auswahl der großenteils neuen Figuren geschickt, wie in den zahlreichen früheren Werken desselben Autors.

E. Küster, Bonn.

Schwegg, Hans, Unsere Giftpilze und ihre eßbaren Doppelgänger unter Einbeziehung der häufigeren ungenießbaren Arten. München, Kultur und Natur, Dr. Frz. Jos. Völler, 1916/17. 52 S., 9 Abbildungen im Text und 32 farbige Pilzbilder nach Naturaufnahmen von Josef Hanel. Preis M. 1,80.

Der Verfasser dieses Buches hat bereits früher in demselben Verlage ein kleines Buch: „Die eßbaren Pilze und deren Bedeutung für unsere Volkswirtschaft und als Nahrungsmittel“ (32 Abbildungen und 3 statistische Tafeln), Preis 1,20 M., und ein „Merkblatt für die Giftpilze mit Berücksichtigung der häufigsten ungenießbaren Arten“ (12 farbige Naturaufnahmen), Preis 0,25 M., herausgegeben.

Wer von dem Wert einer Sache durchdrungen ist, der findet gemeiniglich auch die überzeugenden Worte,

um der Sache Fernstehende und selbst der Sache Abholde zu fesseln und zu bekehren.

Die Erläuterungen über die Pilze und deren Bedeutung für die Volkswirtschaft im allgemeinen und im speziellen sind in obigem Buche von dem Verfasser mit solcher Kenntnis und Gefühlswärme geschrieben, daß jeder Leser mit Vergnügen und Interesse die Bücher nicht nur lesen, sondern auch benutzen wird.

Im vorliegenden Werkchen wendet sich der Verfasser gegen die irrtümliche und leider vielfach verbreitete Meinung, daß die meisten Pilze giftig oder schädlich seien. Gerade das Gegenteil sei der Fall. Es ständen der Anzahl von ungefähr 200 Arten eßbarer Pilze nur 6 Arten wirklicher Giftpilze gegenüber, durch deren Genuß wir unter allen Umständen unsere Gesundheit schädigten, und die Gefahr der Vergiftung durch Pilzgenuß träte gegenüber der Gefahr der Vergiftung durch andere Nahrungsmittel weit zurück.

Man müsse streng unterscheiden zwischen giftigen, ungenießbaren, also wertlosen, und genießbaren Pilzen. Die letzteren könnten schädlich wirken, wie die giftigen, wenn sie nicht im richtigen Zustand gesammelt, nach dem Sammeln nicht richtig aufbewahrt und nicht richtig konserviert würden.

Um den Leser in den Stand zu setzen, beim Sammeln der Pilze sowohl die giftigen Arten zu unterscheiden, als auch die ungenießbaren zu vermeiden und die guten richtig zu behandeln, gibt der Verfasser treffende Anleitungen. Er bespricht die Blätter, Röhren-, Stachel-, Strauch-, Korallen-, Staub- und Schlauchpilze, gibt genaue Erkennungszeichen an und ob und welche giftige Arten sich unter denselben befinden. Um aber den Sammler noch besonders zu unterstützen, sind auf 16 Tafeln je 2 Pilze zusammengestellt, die in ihrem Aussehen vielfach übereinstimmen, in ihrer Bewertung als Nahrungsmittel jedoch grundverschieden sind, von denen der eine giftig oder wenigstens ungenießbar, der andere dagegen ein guter Speisepilz ist.

So steht z. B. der Fliegenpilz dem Perlpilz, der Birkenreizker dem echten Reizker, der Speitzäubling dem Speisefäubling gegenüber. Zu jeder Tafel sind, um die einzelnen Unterscheidungsmerkmale in bezug auf Oberhaut, Fleisch, Blätter usw. noch schärfer hervorzuheben, diese Merkmale bei den jeweilig gegenüberstehenden Pilzen im einzelnen beschrieben und auseinandergehalten.

Soweit deshalb dem Pilzunkundigen durch Wort und Bild Auskunft gegeben werden kann, ist in den Büchern alles mögliche getan.

Die Abbildungen sind kolorierte Naturaufnahmen. Es ist schwer, die Farbentöne der Pilze richtig wiederzugeben, zumal da der einzelne Pilz in seinen verschiedenen Wachstumsabschnitten sich verschieden gefärbt darstellt. Es ist aber diesem Umstande Rechnung getragen, indem vielfach die verschiedenen Stadien auf einem Bilde vereinigt sind und die Farbenwiedergabe, von Kleinigkeiten abgesehen, der Natur entspricht.

Eine große Organisation ist gegenwärtig im Deutschen Reiche im Entstehen begriffen, um die Pilzernte in diesem Jahre der Volksernährung zuzuführen. Wer sich an diesem Ernährungswerk beteiligen will, für sich und für die Allgemeinheit, dem können die obengenannten Bücher warm empfohlen werden. Er wird dieselben für sich und andere mit großem Nutzen verwenden können.

F. Duysen, Berlin.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LITERARY

RECEIVED

DEC 6 1917

Heft 39.

28. September 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Fortpflanzungsverhältnisse tropischer Parasiten und Saprophyten. Von *Prof. Dr. Ed. Schmid, Zürich*. S. 605.

Zuschriften an die Herausgeber:

Nachtrag zu meiner Arbeit: „Ueber absolute Zeitmessung in der Geologie auf Grund der radioaktiven Erscheinungen“. Von *Robert W. Lawson, Wien*. S. 610.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Erforschung des Erdinnern. Das Baltland. S. 610.

Mitteilungen aus der Röntgenstrahlentechnik. S. 611—613.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Ein neues Präzisionsverfahren zur Herstellung von Glasrohren. Der wahre Erfinder des Porzellans. Elementarquantum. Die gegenseitige Induktion zweier Massen. Horizontalkomponente des Erdmagnetismus. Dämmerungsbeobachtungen Herbst 1911 bis Anfang 1917. S. 613—614.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, des Gießen-Marburger Physikalischen Colloquiums, der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg. S. 615.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Grundzüge der maritimen Meteorologie und Ozeanographie

Mit besonderer Berücksichtigung der Praxis und
der Anforderungen in Navigationsschulen

Von

Joseph Krauss

Lehrer an der Seefahrtsschule in Lübeck

In Leinwand gebunden Preis M. 5.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfilrat 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die quantitative organische Mikroanalyse

Von Dr. Fritz Pregl

o. ö. Professor der medizinischen Chemie und Vorstand des medizinisch-chemischen Instituts
an der Universität Graz

Mit 38 Textabbildungen

Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 9.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig

SAMMLUNG VIEWEG

Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik

Neueste Hefte:

- Heft 32/33. Professor Rudolf Richter: Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Aluminium, Zink und Eisen. Mit 51 Abbildungen. M. 6.—
- „ 34. Obering. Carl Beckmann: Haus- und Geschäfts-Telephonanlagen Mit 78 Abb. M. 3.—
- „ 35. Dr. Aloys Müller: Theorie der Gezeitenkräfte. Mit 17 Abbildungen. M. 2,80.
- „ 36. Prof. Dr. W. Kummer: Die Wahl der Stromart für größere elektrische Bahnen. Mit 7 Abbildungen. M. 2,80.
- „ 37. Dr. R. Rieke: Neuere Arbeitsmethoden der Silikatchemie. Mit 4 Abbildungen. M. 3,60.
- „ 38. Prof. Dr. A. Einstein: Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie. Gemeinverständlich. Mit 3 Figuren. M. 2,80.
- „ 39/40. Dr. R. Grammel: Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges. Mit 83 Figuren. M. 5,60.

Hermann von Helmholtz:

Zwei Vorträge über Goethe

(Goethes naturwissenschaftliche Arbeiten)

Goethes Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen)

Feldausgabe in Taschenformat. Steif broschiert Mk. 0,80.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

28. September 1917.

Heft 39.

Über die Fortpflanzungsverhältnisse tropischer Parasiten und Saprophyten.

Von Prof. Dr. Ed. Schmid, Zürich.

Aus der großen Mannigfaltigkeit der Blütenpflanzen ragen vor allem diejenigen Formen hervor und riefen das Interesse der Laien und Gelehrten wach, die sich durch ihre bleiche Farbe, also durch den Mangel an Blattgrün von allen übrigen Phanerogamen unterscheiden. Sie gehören den biologischen Gruppen der Fäulnisbewohner oder Saprophyten und schmarotzenden Gewächse oder Parasiten an. Während die Zahl derselben in unserer einheimischen Flora verhältnismäßig gering ist — wir erwähnen unter den Saprophyten die bekannte Vogelnestwurz (*Neottia nidus avis*), unter den Parasiten die Sommerwurz (*Orobanche*) und Schuppenwurz (*Lathraea squamaria*) — nehmen diese interessanten Pflanzengruppen in der Vegetation der feuchten Tropengegenden einen bedeutend breiten Raum ein. Unter den chlorophyllfreien Humusbewohnern sind vor allem die Familien der *Orchidaceen*, *Burmanniaceen* und *Triuridaceen*, vereinzelt auch die *Gentianaceen* und *Polygalaceen* vertreten, indes die Parasiten sich vornehmlich aus den Familien der *Rafflesiaceen*, *Hydnoraceen*, *Balanophoraceen* und *Cynomoriaceen* rekrutieren. Sowohl bei den Saprophyten, wie auch bei den Parasiten zeigt sich eine bald stärker, bald weniger weit gediehene Reduktion der vegetativen Organe, die ihren stärksten Grad in der Familie der *Rafflesiaceen* erreicht, wo an Stelle eines bewurzelten Sprosses zum Teil nur noch pilzähnliche Zellfäden entwickelt sind, welche das Gewebe der Wirtspflanze durchwuchern. Es ist daher verständlich, wenn schon früh die Frage aufgeworfen wurde, inwieweit diese Reduktion der vegetativen Organe, die ohne Zweifel mit der besonderen Lebensweise in Beziehung steht, auch mit einer Rückbildung oder sonstigen Veränderung der generativen Sphäre verbunden sei. Das Auftreten kleiner Samenknospen, auch solcher ohne Integument, ferner die Entwicklung ungegliederter, wenigzelliger Embryonen schienen jenen recht zu geben, welche eine Reduktion der Fortpflanzungsorgane mit der parasitischen oder saprophytischen Lebensweise in Zusammenhang bringen möchten. *Moebius*¹⁾ suchte eine solche allgemeine Annahme damit zu begründen, daß die schmarotzende Ernährungsweise dem eigentlichen Wesen der Pflanze widerspreche und deshalb die wichtigsten Funktionen und Teile der Pflanze, also die Tätig-

keit und Ausbildung der Geschlechtsorgane dadurch beeinflusst würden. Als extremstes Beispiel einer hierdurch bewirkten Änderung der Fortpflanzungsverhältnisse führt er die von *Treub* (15) und *Lotsy* (9) behauptete vollständige Apogamie von *Balanophora* an. Mit Recht wies *Goebel*²⁾ darauf hin, daß dieser Fall unter den nichtgrünen Pflanzen bisher vereinzelt dastehe, während gerade zahlreiche grüne, nicht parasitische oder saprophytische Pflanzen apogame Embryobildung und auch ungegliederte Keimlinge besitzen. Die Frage nach der Ursache solcher Anomalien konnte nur durch Auffinden weiterer Fälle abweichender Gestaltungsverhältnisse der Geschlechtsorgane und der Fortpflanzung überhaupt bei Saprophyten und Parasiten entschieden werden. Da aber, wie eingangs erwähnt, die saprophytischen und parasitischen Vertreter unter den Blütenpflanzen Mitteleuropas nicht häufig sind, so mußten Untersuchungen an den viel zahlreichern tropischen heterotrophen Phanerogamen besonders willkommen sein.

Von älteren Arbeiten über tropische Saprophyten sind vor allem diejenigen *Johows* (7, 8) zu nennen, der eine größere Zahl von Formen auf ihren Bau und ihre Lebensgeschichte untersucht hat. Vereinzelte Beiträge lieferten ferner *Treub*, *Figdor*, *Poulsen*, *Penzig*, *Wirz*. Eine wertvolle Ergänzung und Erweiterung unserer Kenntnisse über tropische Fäulnispflanzen brachten die in die letzten Jahre fallenden ausführlichen Untersuchungen von *A. Ernst* und *Ch. Bernard*: „Beiträge zur Kenntnis der Saprophyten Javas“ (4), die bis jetzt sich auf 5 Arten aus der Familie der *Burmanniaceen* erstrecken und neben der systematischen und morphologischen Seite auch die Fortpflanzungsverhältnisse in eingehender Weise behandeln. Zahlreicher als die Literatur über die Saprophyten ist diejenige über die tropischen Parasiten vertreten. Vor allem verdanken wir *Solms-Laubach* (11, 12, 13) die ersten Untersuchungen über die Entwicklung der Samen von *Rafflesia* und *Brugmansia*, denen sich Arbeiten von *Endriß* (2), *Ch. Bernard* (1), *E. Heinricher* (6), *A. Ernst* und *Ed. Schmid* (5) anschlossen. Von weiteren Untersuchungen sind diejenigen von *Tieghems* (14), *Treubs* (15) und *Lotsys* (9, 10) über *Balanophoraceen* zu nennen, deren Resultate neuerdings von *A. Ernst* (3) zum Teil bestätigt, zum Teil in wichtigen Punkten einer Korrektur unterzogen worden sind. Es soll nun im folgenden eine gedrängte Übersicht über die Resultate der neuen Untersuchungen über

¹⁾ Verhandl. des Naturhist.-mediz. Vereins zu Heidelberg Bd. VI u. Biol. Centralblatt 1900.

²⁾ Biolog. Centralblatt XX. 1900.

die Fortpflanzungsverhältnisse der genannten parasitischen und saprophytischen Tropenpflanzen gegeben werden, wobei ich mich zur Hauptsache an die Darstellung des Entwicklungsganges von *Burmannia*, *Balanophora* und *Rafflesia* halten werde, während die Fortpflanzung der übrigen Vertreter nur vergleichsweise herangezogen werden soll.

1. *Burmannia*.

Die Vorgänge der Embryosackentwicklung, Bestäubung und Befruchtung der saprophytischen *Burmanniaceen* haben durch die Untersuchungen von A. Ernst und Ch. Bernard eine ausführliche Darstellung erfahren und zeigen nach den genannten Forschern zum Teil recht beträchtliche Unterschiede. Die junge Samenanlage nimmt ihren Ursprung aus der Oberflächenzellschicht der Samenträgerwülste und enthält zur Zeit, da sich die Integumente anlegen, an ihrer Spitze eine große, plasmareiche Zelle, die Archesporezelle. Sie liefert im ursprünglichsten Falle, wie er uns bei *Thismia javanica*, *Gymnosiphon trinitatis* und zum Teil auch bei *Burmannia Championii* entgegentreit, durch zweimalige Teilung 4 Tetradenzellen, von denen die unterste sich zum Embryosack entwickelt und die drei vordern mehr und mehr zerdrückt (Fig. 1,1). Während also hier von einer vollständigen Tetrade, wie sie für die Mikro- und Makrosporenbildung der Pteridophyten charakteristisch ist, gesprochen werden kann, weisen die andern Vertreter der Familie eine allmähliche Reduktion der Tetradenteilung auf, indem bei *Burmannia Championii* gelegentlich die Teilung der obern Tochterzelle unterbleibt, so daß nur drei Tetradenzellen sich bilden, ja in zahlreichen Fällen auch die Teilung der untern Tochterzelle ausfallen kann, wie dies für *Burmannia candida* Regel ist. Von hier bis zur völligen Unterdrückung der beiden Zellteilungen ist nur noch ein Schritt. Dieser Modus der Entstehung der Embryosackzelle direkt aus der Archesporezelle findet sich bei der Mehrzahl der Samenanlagen von *Burmannia coelestis*. Bei diesen Teilungsvorgängen ist nun vor allem die Frage der Chromosomenreduktion, wie sie bei normaler Entwicklung der Embryosackzelle eintritt, von Wichtigkeit; denn ihr Ausbleiben deutet von vornherein auf Anomalien im Entwicklungsgang des Embryosackes. Es zeigt sich nun, daß bei zwei der untersuchten Arten, *Thismia javanica* und *Burmannia coelestis* eine Reduktion der Chromosomenzahl bei der Entwicklung des Embryosackes nicht erfolgt. Die Zahl der Chromosomen beträgt bei *Burmannia coelestis* mehr als doppelt, wahrscheinlich sogar dreimal so viel als bei *Burmannia Championii* und *B. candida*. War schon auf Grund dieser einen Tatsache zu vermuten, daß ein Befruchtungsvorgang bei den genannten Pflanzen nicht stattfindet, so ergab das weitere Studium der Fortpflanzungsverhältnisse für *Thismia javanica* mit großer

Wahrscheinlichkeit parthenogenetische oder apogame Embryobildung, d. h. also Entwicklung eines Keimlings ohne vorausgehende Befruchtung aus der Eizelle, bzw. einer andern Embryosackzelle¹⁾, für *Burmannia coelestis* aber mit Sicherheit apogame Entstehung des Keimlings. Mit dieser Erscheinung ist wohl auch der Wegfall oder wenigstens eine starke Kürzung der Tetradenteilung in Beziehung zu bringen; denn Ähnliches läßt sich bei andern parthenogenetischen Blütenpflanzen feststellen, während deren nächste normalgeschlechtliche Verwandte ebenfalls eine vollständige Tetradenbildung besitzen. Eine entsprechende Beziehung existiert auch bezüglich der Chromosomenzahl der apogamen Arten zu derjenigen ihrer nicht apogamen Verwandten.

Zeigt so die erste Anlage des Embryosackes bei den einzelnen Arten von *Burmannia* und *Thismia* sehr wesentliche Unterschiede, so stimmen die geschlechtslosen und normalgeschlechtlichen Formen im weiteren Verlauf der Embryosackentwicklung völlig überein. Durch zweimalige Teilung entstehen die bekannten 8 Kerne, deren Lage und Teilungsfigur durchaus dem Normaltypus des Embryosackes der Angiospermen entspricht. Um drei der obern vier Kerne bilden sich nun die Zellen des Eiapparates (vgl. Fig. 2); um drei untere die Antipoden, indes die beiden übrigbleibenden sog. Polkerne sich im freien Raume des Keimsackes vereinigen oder dann in der Nähe des Eiapparates getrennt verharren. Die Antipodenzellen erreichen durchwegs geringe Ausbildung und spielen weiter keine Rolle. Anders verhält es sich hingegen mit den Zellen des Eiapparates. Sowohl bei *Burmannia candida* und *B. Championii*, als auch bei *Thismia* zeigt dieser die gewöhnliche Ausbildung: eine größere Zelle mit scheitelständigem Kern, die Eizelle, überragt die zwei andern, die Synergiden, deren Kerne mehr basalwärts gelagert sind (vgl. Fig. 2,8). Hierin weicht nun *Burmannia coelestis* wiederum von ihren Verwandten ab, indem in den meisten Samenanlagen alle drei Zellen des Eiapparates synergidenartiges Aussehen besitzen, die Kerne aber bald in einer, häufig in zwei Zellen, ja sogar in allen dreien den typischen Eikernen mit Kernkörperchen zu vergleichen sind. Ist eine der drei Zellen besonders plasmareich, so enthält sie einen Eikern, während die beiden andern alsdann mit Synergidenkernen ausgestattet sind. Die zwei Kernarten unter-

¹⁾ Mit H. Winkler („Über Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreich“, *Progressus rei botan.* 1908, Bd. II) bezeichne ich jede Entwicklung der Eizelle ohne vorausgegangene Befruchtung als Parthenogenesis, die ohne Befruchtung erfolgende Embryobildung aus einer anderen Zelle aber als Apogamie. Ist hierbei die Chromosomenzahl der sich zum Keimling entwickelnden Zelle nicht reduziert worden, so handelt es sich um somatische, andernfalls um generative Parthenogenesis, bzw. Apogamie. Bis jetzt sind bei Angiospermen keine Fälle geschlechtsloser Embryobildung bekannt geworden, bei denen eine Chromosomenreduktion stattgefunden hätte.

scheiden sich auch hinsichtlich ihrer Färbung: die kernkörperchenhaltigen Eikerne nehmen bei Flemmingscher Dreifachfärbung mehr violette, die Synergidenkerne mehr rötliche Farbe an.

Burmannia coelestis weist nun die weitere Eigentümlichkeit auf, daß in ihrem Embryosack nicht nur ein Embryo, wie dies bei den bedecktsamigen Blütenpflanzen in der Regel der Fall ist, gebildet wird, sondern häufig deren zwei (Fig. 1, 4), gelegentlich sogar drei. Die genannte Pflanze zeichnet sich also nicht nur durch apogame Fortpflanzung, sondern auch durch die interessante Erscheinung der Polyembryonie aus. Da alle Keimlinge stets am Eiende des Embryosackes auftreten, gehen sie ohne Zweifel aus den Zellen des Eiapparates hervor, und zwar offenbar aus solchen, deren Kerne Eikerncharakter besitzen.

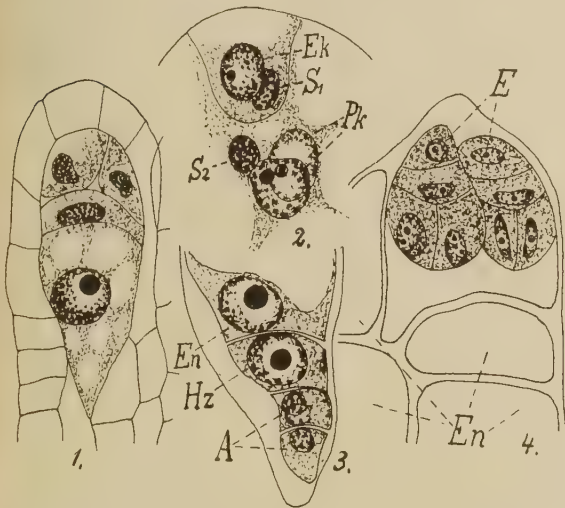


Fig. 1. 1. Vollständige Tetrade von *Burmannia Championii* Thw. Die unterste Zelle entwickelt sich zum Embryosack und verdrängt die drei oberen. — 2. Doppelbefruchtung bei *Burmannia candida* Engl. Ek. = Eikern, S₁ u. S₂ = Spermakerne, Pk = Polkerne. — 3. Basales Ende des Embryosackes von *B. Championii* Thw. mit Antipoden A, Haustoriumzelle Hz und dem einen der beiden ersten freien Endospermkerne En. — 4. Oberes Ende des Embryosackes von *B. coelestis* Don. mit 2 Embryonen E und einigen Endospermzellen En (nach Ernst und Bernard).

Ausschlaggebend für die Frage, ob wirklich Apogamie, beziehungsweise Parthenogenese vorliege, ist natürlich stets der Nachweis des Ausfalls der Befruchtung. In keinem einzigen Falle konnten im Innern des Fruchtknotens oder der Samenanlagen von *Burmannia coelestis* Pollenschläuche oder gar Befruchtungsvorgänge wahrgenommen werden. In vollem Einklang hiermit steht die Tatsache, daß die Antheren sich überhaupt nicht oder nur höchst selten öffnen. Die Lage derselben zur Narbe ist übrigens derart, daß eine Selbstbestäubung, wie sie bei andern Burmanniaceen vorkommt, sozusagen ausgeschlossen ist. Zudem zeigt der Pollen eine un-

regelmäßige Ausbildung und Störungen in seiner Entwicklung. Obschon Kastrierungsversuche resultatlos verliefen, darf also wohl auf Grund der erwähnten Befunde die geschlechtslose Keimbildung bei *Burmannia coelestis* als erwiesen betrachtet werden.

Die Weiterentwicklung der embryoliefernden Zellen des Eiapparates beginnt mit einer Verkleinerung und Gestaltsveränderung derselben, wobei Zellsaft ausgestoßen wird. Dann setzen Teilungen ein, welche einen aus zwei bis drei Etagen aufgebauten, meist sechszelligen Embryo ergeben (Fig. 1, 4). *Burmannia coelestis* ist das erste bekannt gewordene Beispiel häufig auftretender apogamer Polyembryonie. Überzählige Embryonen, welche ihren Ursprung aus Synergidenzellen nehmen, finden sich nach Murbeck auch bei den apogamen *Alchemillen*, aber nur selten, während andere apogame Bedecktsamer keine Polyembryonie aufweisen.

Bei den übrigen untersuchten Burmanniaceen, ausgenommen *Thismia javanica*, gestaltet sich die Entwicklung des Embryos in normaler Weise. Bemerkenswert ist, daß bei einer ganzen Reihe von Vertretern Selbstbestäubung stattfindet. Dabei fällt nicht etwa bloß nach ausgebliebener Fremdbestäubung Pollen aus den Antheren auf die Narbe der gleichen Blüte, es wachsen vielmehr die Pollenschläuche direkt aus den Pollensäcken in ganzen Bündeln auf die Narbe hin und dringen zwischen deren Papillen ein. Diese ausgeprägte Autogamie ist übrigens schon von zwei älteren Autoren, Miers und Warming, bei brasilianischen Burmanniaceen festgestellt worden und zwar von Miers schon im Jahre 1840, wurde dann aber nicht weiter beachtet.

Die Pollenschläuche gelangen durch den Griffelkanal zu den Samenanlagen und dringen durch den engen Mykopylengang zum Embryosack vor. Sie entleeren ihren Inhalt in oder neben einer Synergide, worauf der eine Spermakern in gewohnter Weise sich dem Eikern anlegt, der andere den beiden Polkernen (Fig. 1, 2). Es findet also typische Doppelbefruchtung statt. Die Verschmelzung des generativen Kerns mit dem Eikern beansprucht dabei längere Zeit, so daß die verschiedenen Vereinigungsstadien unschwer verfolgt werden können. Die erste Teilung der Keimzelle stets durch eine Querswand. Die basale Tochterzelle entwickelt sich zu einem kurzen Embryoträger, während die scheitelständige Zelle zum eigentlichen Körper des Keimlings wird. Charakteristisch für alle Burmanniaarten ist die äußerst geringe Entwicklung des Embryos. So zählt der Keimling im reifen Samen von *B. coelestis* in den meisten Fällen sechs Zellen, oft aber auch weniger. Bei *B. candida* scheinen sogar dreizellige Embryonen Regel zu sein. Die Gattung *Thismia* hingegen weist stärker entwickelte Keimlinge in ihren Samen auf. *Thismia javanica* besitzt einen zylindrisch

geformten, aus 4—6 Stockwerken aufgebauten Embryo, dessen Zellen aber keine weitere Differenzierung zeigen. Bei *Th. clandestina* finden wir die am weitesten ausgebildeten Keimlinge, die außer einem dreizelligen Suspensor eine epidermale Zellschicht und ein kleines Innengewebe unterscheiden lassen. Es können somit bei den Burmanniaceensamen die verschiedensten Stadien von den denkbar am stärksten reduzierten Embryonen bis zu verhältnismäßig gut entwickelten vorgefunden werden, ohne daß indessen irgendwelcher Parallelismus zwischen stärker entwickelter saprophytischer Lebensweise und Reduktion des Keimlings feststellbar wäre.

Der Bildung des Keimlings geht die Entwicklung des Endosperms oder Nährgewebes voraus. Dieses nimmt aus dem durch Verschmelzung der beiden Polkerne entstandenen sekundären Embryosackkern seinen Ursprung. Der erste Teilungsschritt liefert zwei Tochterkerne, die durch eine Zellwand getrennt werden und sich in ihrer weiteren Entwicklung durchaus verschieden verhalten. Der Embryosackraum wird so in eine kleine basale Zelle, die Haustorialzelle, und eine große darüber liegende Zelle geteilt (Fig. 1, 3). Die Basalzelle kann entweder noch eine weitere Kern- und auch Zellteilung durchmachen oder aber einzellig verbleiben. Dies ist in den einzelnen Gattungen und Arten verschieden. Immer aber zeigt dieser „Basalapparat“ ein von den übrigen Zellen abweichendes Aussehen, das sich besonders in seinem dichtern Plasmagehalt und der stärkern Färbbarkeit dokumentiert. In Übereinstimmung mit ähnlichen Bildungen, wie sie namentlich bei den Scrophulariaceen entwickelt sind, darf auch dieses Haustorium als mit der Stoffaufnahme in Beziehung stehend aufgefaßt werden. Ob es sich dabei aber um eine aktive Betätigung oder bloß um eine durch den Nahrungsstrom bedingte Veränderung handle, muß unentschieden bleiben. Eigentümlich ist die bei diesen Zellen später auftretende Bildung von Zellulosebalken, die in größerer Zahl den Zellraum von oben nach unten durchziehen. In der obern, größern der beiden ersten Endospermzellen finden zunächst keine weiteren Zellteilungen, wohl aber noch Kernteilungen statt. Durch mehrere aufeinanderfolgende Teilungsschritte wird die Zahl der Kerne auf 8—32 gebracht, worauf um die gleichmäßig im Keimsackraum verteilten Kerne Zellwände abgeschieden werden und so ein mehrzelliges Gewebe, das eigentliche Endosperm, zustandekommt. Die Zahl seiner Zellen ist auch im ausgewachsenen Samen stets eine beschränkte. Die Entstehung des Nährgewebes der Burmanniaceen weicht somit wesentlich von der Endosperm Bildung der meisten Angiospermen ab. Die reifen Samen der Burmanniaceen sind klein und werden offenbar durch den Wind verbreitet, worauf vor allem ihr geringes Gewicht und die Ausbildung besonderer Fluggewebe hindeuten.

2. *Balanophora*.

Seitdem im Jahre 1898 Treub in einer ausführlichen und mit zahlreichen Abbildungen versehenen Untersuchung dargelegt hatte, daß bei *Balanophora elongata* Bl. der Keimling ohne vorangegangene Befruchtung aus einer Zelle des Endosperms seinen Ursprung nehme, schien ein besonders interessanter Fall von apogamer Embryobildung gefunden worden zu sein. Als dann kaum ein Jahr später Lotsy bei *Balanophora globosa* Jungh. zu völlig gleichen Resultaten gelangte, konnte man bald in den meisten Lehr- und Handbüchern der Pflanzenkunde dieses in seiner Art bisher einzig dastehende Beispiel der Entstehung des Embryos beschrieben oder wenigstens angeführt finden. In der Tat durfte die von Treub und Lotsy behauptete Entstehung von Endospermembryonen Anspruch auf besondere Beachtung machen, ließ sie sich doch, falls man das Endo-

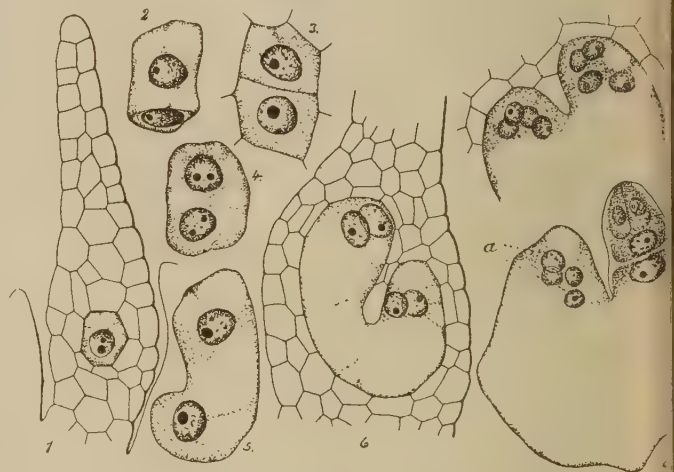


Fig. 2. Embryosackentwicklung bei *Balanophora globosa* Jungh. 1. Reduzierte weibliche Blüte mit einer Embryosackmutterzelle. — 2. und 3. Teilungsstadien der Embryosackmutterzelle. — 4. und 5. Zweikerniger Embryosack vor und nach Beginn der Aufwärtskrümmung. — 6. und 7. Vier- und achtkernige Embryosäcke. — 8. Achtkerniger Embryosack nach Differenzierung der Zellen des Eiapparates. *e* = Eizelle, *s* = Synergiden, *oP* = oberer Polkern, *a* = die vier freien Kerne am Antipodenende (nach A. Ernst).

sperm der Angiospermen als Teil des weiblichen Prothalliums auffaßt, ohne Mühe den zahlreich bekannten Beispielen apogamer Keimbildung bei Farnen an die Seite stellen. Leider sollten sich diese Angaben Treubs und Lotsys, wie eine neue Untersuchung von A. Ernst (3) zeigt, der, angeregt durch ähnliche mikroskopische Bilder bei zwei tropischen Saprophyten, die Keimbildung von *Balanophora elongata* und *globosa* einer ausführlichen und lückenlosen Nachprüfung unterzog, als nicht der Wirklichkeit entsprechend erweisen.

Balanophora ist ein auf Wurzeln von Holzpflanzen lebender, vollständig chlorophyllfreier Parasit des tropischen Regenwaldes. Seine vegetativen Organe zeigen eine starke Rückbildung.

Aus schuppenförmigen Niederblättern erheben sich unmittelbar über dem Boden die kolbenförmigen Blütenstände, welche die eingeschlechtigen Blüten enthalten. Die weiblichen Blüten sind derart stark reduziert, daß sie nur noch archegoniumartige Gebilde darstellen, in denen ein Embryosack ohne Chromosomenreduktion aus der Mutterzelle seinen Ursprung nimmt (Fig. 2). In gewohnter Weise entstehen durch drei aufeinander folgende Teilungen an jedem Ende des Keimsackes vier Kerne, wobei zugleich eine merkwürdige Gestaltsveränderung eintritt, welche dem ganzen Embryosack annähernd die Form eines U verleiht (Fig. 2, 5—8). Die beiden Kerngruppen weichen nun aber in ihrem weiteren Verhalten stark voneinander ab. Während am einen Ende ein vollständiger Eiapparat, bestehend aus Eizelle und zwei Synergiden nebst einem freibleibenden Polkern entsteht, bleiben die Kerne des Antipodenes nicht nur klein und ohne trennende Zellwände, sondern treten bald bis auf einen, den untern Polkern, in Degeneration und verschwinden. Antipodenzellen gelangen also bei *Balanophora* nie zur Ausbildung.

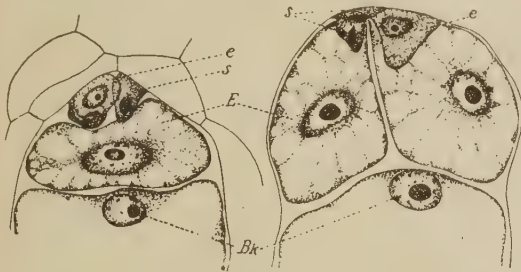


Fig. 3. *Balanophora elongata* Bl. Scheitel des Embryosackes mit Eiapparat, ersten Endospermzellen und Basalzelle. e = Eizelle, s = degenerierende Synergiden, E = Endospermzellen, Bk = Kern der Basalzelle (nach A. Ernst).

Die Entwicklung zum Embryo und Endosperm findet, wie übereinstimmende Beobachtungen gezeigt haben, bei *B. elongata* und *globosa* in weitaus den meisten Fällen ohne vorangehende Befruchtung statt. Schon Treub erwähnt das Fehlen jeglicher Pollenschläuche an den weiblichen Organen von *B. elongata*, und Lotsy gelang der Nachweis, daß *B. globosa* nicht nur „örtlich verwitwet“ auftritt und Samen zur Reife bringt, sondern auch bei experimenteller Verunmöglichung der Bestäubung Samen erzeugt. Es handelt sich auch hier, wie die Untersuchungen von A. Ernst (3) nun gezeigt haben, um somatische Parthenogenesis. Den ersten Anstoß zur Weiterentwicklung des befruchtungsfähigen Embryosackes gibt der obere Polkern, indem er in Teilung geht und den ganzen Raum durch nachfolgende Scheidewandbildung in zwei Hälften zerlegt, eine kleinere obere, die sich in der Folge zum eigentlichen Endosperm entwickelt, und eine größere untere, die Basal- oder Haustorialzelle (Fig. 3,1). Durch drei aufeinander folgende Teilungsschritte werden zunächst aus

der oberen Zelle zwei vierzellige Stockwerke gebildet, worauf durch weitere, weniger regelmäßig verlaufende Teilungen sich die Zahl der Nährgewebszellen nach und nach erhöht. Hand in Hand damit geht eine Volumenzunahme derselben, die sich namentlich nach unten, auf Kosten der meist einkernig bleibenden Basalzelle, geltend macht.

Von besonderem Interesse ist nun der durch A. Ernst erbrachte Nachweis, daß der Embryo von *B. elongata* und *globosa* nicht, wie behauptet worden war, aus einer mittlern Endospermzelle, sondern aus der Eizelle selber, allerdings ohne Befruchtung derselben, seinen Ursprung nimmt. Dabei beginnt der Entwicklungsprozeß dieser Zelle aber bedeutend später, als derjenige des Nährgewebes, ja, zu der Zeit, da das Endospermgewebe bereits fertig erstellt ist und die Aufspeicherung von Stoffen in seinen Zellen anhebt, ist die Keimzelle noch immer ungeteilt. Merk-

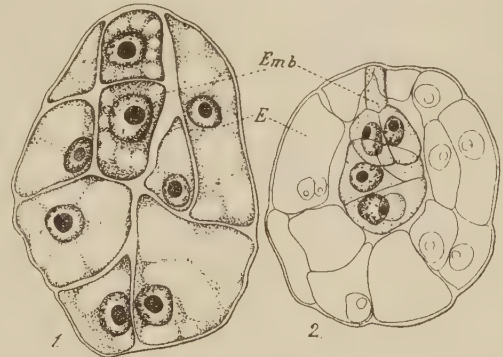


Fig. 4. *Balanophora globosa* Jungh. 1. Durch eine Querwand geteilter Embryo, scheitelwärts bis an die Wand des Embryosackes reichend. — 2. Endosperm und Embryo aus fast ausgereiftem Samen; Embryo mit Suspensorzelle und drei zweizelligen Etagen (nach A. Ernst.)

würdigerweise hat ihr Volumen unterdessen nicht zu-, sondern abgenommen, offenbar infolge Abgabe von Zellsaft, eine Erscheinung, die übrigens auch bei den oben erwähnten *Burmannia*- und *Thismia*-arten u. a. beobachtet wurde. Erst verhältnismäßig spät setzt ein Wachstum der Zelle ein, das bald von einer Querteilung gefolgt ist. Die scheitelständige der beiden Tochterzellen liefert auch hier den eigentlichen Embryo, während die basale zu einem kurzen, schmalen Träger wird, der leicht übersehen werden kann. Auch im reifen Samen erscheint der Embryo klein und wenigzellig.

Die Resultate der Ernstschen Untersuchungen sind um so bemerkenswerter, als damit das einzige bekannte Beispiel apogamer Embryobildung aus Endospermzellen der Blütenpflanzen dahin fällt. Diese Untersuchungen bedeuten aber zugleich auch eine Bestätigung gewisser, lange als unrichtig angesehener Befunde Hofmeisters und van Tieghems. Eine Vergleichung der verschiedenen embryologischen Ergebnisse führt zu dem Schluß, daß wohl bei allen *Balanophoraceen* der

Embryo aus der Eizelle hervorgeht, allerdings nicht immer parthenogenetisch, sondern bei den meisten Arten nach normaler Befruchtung. Parthenogenesis dürfte nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen nur bei *Balanophora elongata* und *globosa*, *Rhopalocnemis phalloides* und *Heclosis guyanensis* vorkommen.

(Schluß Heft 41.)

Zuschriften an die Herausgeber.

Nachtrag zu meiner Arbeit „Über absolute Zeitmessung in der Geologie auf Grund der radioaktiven Erscheinungen“. (Zu S. 452.)

Wie ich bei Durchsicht der radiochemischen Spezialliteratur leider erst nachträglich bemerke, gebührt A. S. Russell das Verdienst, als erster den Gedanken gefaßt zu haben, daß das in Uranmineralien gefundene Blei das Atomgewicht 206 aufweise, gegenüber 207,2 für gewöhnliches Blei; er hat schon im Sommer 1912 eine Atomgewichtsbestimmung dieser Bleiart für wünschenswert erklärt. [Vgl. Soddy, Chem. News, 107, 97, (1913)]. Im Herbst 1912 führt G. v. Hevesy [Physik. Zeitsch., 14, 61, (1913)] in einer Tabelle der Bleiisotope die verschiedenen Atomgewichte der chemisch nicht unterscheidbaren Substanzen Radium G und Blei bereits als etwas Bekanntes an. In neuer Beleuchtung erschien dieser Gedanke etwas später in den erfolgreichen Versuchen von Russell, Fajans und Soddy, die Radioelemente in das periodische System einzuordnen, ist aber, wie aus den obigen Darlegungen hervorgeht, unabhängig von diesen schon früher gefaßt worden.

Wien, den 9. August 1917.

Robert W. Lawson, M. Sc.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 18. Juni 1917 hielt Prof. W. Schweydar (Potsdam) einen Vortrag über die **Erforschung des Erdinneren**. Durch Anlage von Bohrlöchern sind wir imstande, uns über den Zustand der oberen Erdschichten bis zu einer Tiefe von etwa 2 km ein zuverlässiges Urteil zu bilden. Für alle größeren Tiefen bis zu dem in mehr als 6000 km Tiefe gelegenen Erdmittelpunkt fehlt das Fundament der direkten Beobachtung und wir müssen die physischen Eigenschaften auf indirektem Wege zu ermitteln suchen. Gestalt, Schwerkraft, Elastizität, Temperatur, Erdmagnetismus, usw. sind Ausdrucksmittel für die Beschaffenheit des Erdinneren, die wir deuten müssen. Unter Gestalt verstehen wir hier jedoch nicht die geographische Gestalt der Erde, sondern die Gestalt der Niveaulächen der Schwere. Der Vortragende erörterte dann die verschiedenen Methoden, die zur Ermittlung der Erdgestalt dienen können, die relativen Schweremessungen mit dem Pendel, die Schwerbestimmungen auf dem Meere nach der Methode von Mohn durch Vergleich des Quecksilberbarometers mit dem Siedethermometer, die Gradmessungen, die Mondbahn, die Präzession und Nutation. Es hat sich ergeben, daß die Abplattung $\frac{1}{297}$ ist, die Erde aber wahrscheinlich

ein dreiachsiges Ellipsoid darstellt, indem der Durchmesser des Äquators in der Ebene des Meridians von Ferro etwa um 230 m größer ist als derjenige senkrecht dazu. In den Breiten von 45° ist der Erdkörper um etwa 3 m eingebuchtet. Der Vortragende ist der Ansicht, daß die vielfach vermuteten Sprünge in der

Dichteverteilung der Erde nicht völlig verbürgt sind, ebenso wie auch die Lage der isostatischen Ausgleichsfläche in 120 km Tiefe noch keineswegs gesichert ist.

Die Änderung, welche das Gezeitenphänomen in der Richtung der Schwerkraft hervorruft, ist so gering, daß die Spitze eines 10 m langen Pendels in 6 Stunden

nur um $\frac{1}{1000}$ mm aus der Ruhelage abgelenkt werden

würde. Man muß daher das sehr viel empfindlichere Horizontalpendel benutzen, bei dem einer Neigung der

Achse um $\frac{1}{100}$ " ein Ausschlag von 17" entspricht.

Mit den optischen Vergrößerungsmitteln ersetzt ein kleines Horizontalpendel also ein vertikales Pendel von 10 000 m Länge. Aus der Nachgiebigkeit der Erde gegen die Flutkraft läßt sich ihre Starrheit berechnen, die etwa die dreifache des Stahles ist. Diese Nachgiebigkeit ist in der Nord-Süd-Richtung nicht größer als in der Ost-West-Richtung, wie in der Literatur vermutet wurde; die Differenz der Deformation in den beiden Richtungen, die aus den Beobachtungen hervorgeht, beruht darauf, daß die bei den Gezeiten des Meeres gehobenen und gesenkten Wassermassen ebenfalls die Erde deformieren. Auch die Schwankungen des Pols, die bei völlig starrer Erde eine Periode von 303 Tagen haben müßten, während der Rotationspol in Wirklichkeit in 433 Tagen Kreise von 6 m Halbmesser um die Figurenachse beschreibt, liefern den gleichen Wert für die Starrheit. Ein wichtiges Hilfsmittel zur Erforschung des Erdinneren sind die Erdbenenwellen, von deren drei Typen jene beiden, die durch die tieferen Erdschichten gehen, nämlich die longitudinalen Verdichtungswellen (erste Vorläufer) und die transversalen Scheerungswellen (zweite Vorläufer) durch ihre Laufzeiten einen Schluß auf das Verhältnis zwischen Dichte und Elastizität zulassen.

Die Erde als Ganzes verhält sich demnach als ein Körper von sehr großer Starrheit. Die elastischen Gezeiten beweisen, daß sich nicht einmal eine dünne Schicht von größter Fluidität unterhalb der Erdrinde befinden kann. In der auf den Vortrag folgenden Erörterung, an der sich noch die Professoren Ad. Schmidt, Merz, Baschin und Penck beteiligten, machte sich die Auffassung geltend, daß man nur feststellen kann, ob sich das Erdinnere wie ein fester oder flüssiger Körper nach außen verhält, und daß die von Alfred Wegener aufgestellte Hypothese über die Entstehung der Kontinente durch seitliche Verschiebung keine Stütze in den geophysikalischen Verhältnissen fände.

In der Sitzung am 7. Juli hielt Dr. Pohle einen Vortrag mit Lichtbildern über das **Baltland**. Diese Bezeichnung ist zuerst von Kupffer (Baltische Landeskunde) in die geographische Literatur eingeführt worden. Auch Litauen bildet einen Teil des Baltlandes; es konnte im Vortrage jedoch nur gestreift werden. Die drei Ostseeprovinzen sind das älteste deutsche Kolonialland, das vom 12. bis zum 16. Jahrhundert zum Deutschen Reich gehörte. Aber der koloniale Charakter des Landes hat sich erhalten. Die an Zahl (nicht ganz 200 000) in der Minderheit befindlichen Deutschen haben den Bewohnern die germanisch-protestantische Kultur gegeben.

In der Zusammensetzung des Untergrundes überwiegen alte Gesteine. Im Norden sind es silurische, fast horizontal gelagerte, nur wenig nach Süden und Westen einfallende Sandsteine, Kalksteine und Tone, denen sich im Süden devonische Sandsteine auflagern, die in Kurland wieder von Zechstein, Jura und Tertiär überlagert werden. Die silurischen Schichten des Nordens

senken sich nach Südwesten unter dem Spiegel der Ostsee und tauchen in den schwedischen Inseln Gotland und Öland, sowie an der Festlandsküste des Kalmar-Sundes wieder auf. In den devonischen Sandstein hat das Inlandeis zur Quartärzeit drei Becken eingetieft, die sich durch ihre dreieckigen Formen und geringen Tiefen auszeichnen, den Peipus-See, der die natürliche Ostgrenze des Baltlandes bildet, den Wirz-See und den Rigaschen Meerbusen, dessen Ausgang durch den gewaltigen Felsklotz der Insel Ösel beherrscht wird. Auf dem ganzen Gebiete finden wir Anzeichen der, hauptsächlich in NO-SW-Richtung verlaufenden alten Eisrandlagen in Form von Glazialablagerungen mit Geschieben, die meist aus Finnland stammen, Moränen, Stauseen, Urstromtälern usw. Die höchste Erhebung bildet der Munnamägi auf der ostlivländischen Schwelle mit 324 m Höhe. Besonders charakteristisch ist die regelmäßig halbkreisförmige Endmoräne südlich von Mitau, von der die Quellbäche der Kurländischen Aa abströmend ein fächerförmiges Flußnetz bilden. Die litauische Seenplatte ist eine direkte Fortsetzung der ostpreußischen.

Für die Schiffbarmachung der Düna und der livländischen Aa ist von russischer Seite nichts geschehen; ebenso wenig sind deren Wasserkräfte für die Industrie nutzbar gemacht worden. Im Süden des letzteren Flusses liegt die landschaftlich reizvolle livländische Schweiz, in der die Flüsse überall den alten roten Sandstein anschnitten. Fast allenthalben sind die Bedingungen für den Ackerbau und eine Viehzucht in großem Stil günstig. Die Sommertemperaturen unterscheiden sich nicht wesentlich von denjenigen in Ostpreußen. In einem Streifen an der Westküste Kurlands tritt die höchste Wärme erst im August auf. Dort finden sich auch die atlantischen Pflanzen Epheu und Eibe. Wallnußbäume tragen an geschützten Stellen noch bei Tuckum Früchte. Die Weißbuche findet sich als Waldbaum nur in Südwest-Kurland. Weiß- und Rotbuche sowie Edelkanne kommen angepflanzt bis Mittellivland vor.

Das ganze Gebiet war früher von Liven besiedelt, die jetzt größtenteils von den Letten aufgesogen sind, während die Esten den Norden bevölkern. Eine russische Landbevölkerung gab es nicht, weil die Russen immer den Flüssen gefolgt sind, die Düna aber nicht schiffbar ist und keinen großen Fischreichtum aufweist, der eine bequeme Ansiedlung gestatten würde. Da Bischöfe, Städte und der Deutsche Orden sich gegenseitig befehdeten und schwächten, das Deutsche Reich aber keine Hilfe bringen konnte, wurde das Land von Polen und Schweden in Besitz genommen. Erst später sind die Russen als Eroberer vom Peipus-See her eingedrungen. Der deutsche Bauer ist nicht in die Ostseeprovinzen vorgedrungen, weil die Verbindung mit Deutschland durch das zwischen Kurland und Ostpreußen sich bis an die See erstreckende Samogitien abgeschnitten, und er nicht gewohnt war, sich des Seeweges zu bedienen. So setzt sich der Bauernstand jetzt aus Letten und Esten zusammen, deren Leibeigenschaft vor 100 Jahren aufgehoben wurde, die dann erst Pächter und später Besitzer wurden. Das Resultat dieser Entwicklung war das Überwiegen der Großbauern mit 20 bis 100 ha Grundbesitz und gesunde Verhältnisse für den Bauernstand. Es ist noch Land genug da, daß der Knecht sich allmählich selbständig machen kann. Vorläufig wohnen nur 29 Menschen auf den Quadratkilometer, gegen 56 in Ostpreußen. Der Grund für die geringe Volksdichte ist aber nicht in ungünstigen Lebensbedingungen, sondern in dem

Reichtum an Wald zu suchen. Infolgedessen stehen gegen $2\frac{1}{2}$ Millionen ha für die Besiedlung zur Verfügung.

Würde das Baltland dem Deutschen Reiche zufallen, so wäre dieses imstande, sich selbst zu versorgen und den größten Teil der bisherigen Einfuhr von Lebensmitteln aus dem neuen Siedellande zu decken. Unter der Annahme einer gleichen Volksdichte wie in Ostpreußen würde das Baltland mit $4\frac{1}{2}$ Millionen Einwohnern 1 Million Tonnen Getreide, 120 000 Pferde, 140 000 Rinder und fast 1 Million Schweine jährlich abgeben können.

Von den Städten schilderte der Vortragende Libau, das seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts durch den Anschluß an das Bahnnetz einen gewaltigen Aufschwung genommen hat, sowie Mitau mit seiner aufblühenden Industrie, das neuerdings fast ein Vorort von Riga geworden ist. Dorpat, früher der Hanse angehörig, hat mehrfach schreckliche Schicksale erlitten. Schon zur Schwedenzeit hatte Gustav Adolf hier eine Universität gegründet. Die jetzige, 1802 gestiftet, ist von großer Bedeutung für das gesamte Bildungswesen des Landes geworden. Ihrem Einflusse hat man es zu verdanken, daß die Volksschulen, in denen in estnischer und lettischer Sprache unterrichtet wurde, auf eine so hohe Stufe gebracht wurden, daß 1880 nur 1 % Analphabeten vorhanden waren, während deren Zahl 20 Jahre nach der Russifizierung wieder auf 20 % gestiegen war. Reval, die zweitgrößte Stadt der Ostseeprovinzen, bildet im Winter den eisfreien Vorhafen für Petersburg; 1912 begann Rußland dort mit der Einrichtung des jetzt völlig ausgebauten starken Kriegshafens. Die bedeutendste Industriestadt ist Riga, zugleich auch der wichtigste Hafen, zu dem große Seeschiffe 16 km weit stromaufwärts in der Düna gelangen können.

Zum Schluß besprach der Vortragende noch die politische Bedeutung der Baltischen Pforte für Rußland. Von ihrem Einfluß auf den russischen Handel gibt die Tatsache eine Vorstellung, daß im Jahre 1913 Rußland mehr als 30 % seiner gesamten Einfuhr durch die 5 Ostseehäfen des Baltlandes bezog. Es ist wiederum ein Beweis für die Weitsichtigkeit der englischen Politik, wenn sich die Briten jetzt auf den Inseln Ösel, Dagö und der Ålandsgruppe sowie an den Küsten Estlands festgesetzt und damit eine strategische Position gewonnen haben, die es ihnen gestattet, den Rigaschen Meerbusen und die nördliche Ostsee zu verriegeln.

O.B.

Mitteilungen aus der Röntgenstrahlentechnik.

Der Sonderausschuß für Röntgenstrahlungsmessung, der von der deutschen Röntengesellschaft gegründet worden ist, um die Meßtechnik im Röntgenwesen auf eine sichere Basis zu stellen, veröffentlicht im 5. Heft 1917 der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen eine Reihe von neuen Arbeiten. Zunächst beschäftigt sich R. Grann (*Das Christensche Integrationsinstrument* S. 374) mit dem von Christen angegebenen Dosisinstrument, das die Intensität der Röntgenstrahlen unabhängig von der Härte der Strahlen zu messen gestattet. Grann gibt eine neue mathematische Ableitung des Grundprinzips und zeigt, daß in dem Verfahren zwar 7 Näherungen enthalten sind, daß aber die Größe des daraus resultierenden Fehlers unter 2—3 %, also innerhalb der Fehlergrenzen bleibt, so daß die Methode sehr wohl zu gebrauchen ist. In

einer zweiten Arbeit des gleichen Verfassers (*Prüfung der Dosimeter mittels des Christenschen Integralabsorptionskörpers* S. 377) wird dargetan, daß das Christensche Meßinstrument in der Dosimetrie eine große Rolle spielen, und daß man im besonderen die Richtigkeit eines anderen Dosimeters hinsichtlich seiner Unabhängigkeit von der Härte der Strahlen prüfen kann.

Eine Arbeit von K. Weißenberg (*Über die Bedeutung des Einfallswinkels der Röntgenstrahlen* S. 378) geht von dem Unterschied zwischen Flächenenergie und Dosis aus. Die Flächenenergie ist die Röntgenenergie, die durch eine bestimmte Fläche hindurchtritt. Sie ist also von dem Neigungswinkel der Fläche gegen die Strahlenrichtung abhängig und ein Meßinstrument, das auf Flächenenergie anspricht, wird seinen Ausschlag ändern, wenn die Fläche, die den Röntgenstrahlen ausgesetzt wird, geneigt wird. Anders bei Instrumenten, die die Dosis messen; denn Dosis ist ja der Teil der Röntgenenergie, der in einem Körper absorbiert wird. Während die Flächenenergie demnach von der Härte unabhängig ist, ist die Dosis eine Funktion der Härte. Es läßt sich nun leicht zeigen, daß die Dosis eines Absorptionskörpers von seiner Neigung zum Strahlengange unabhängig ist; denn bei senkrechter Stellung der Fläche zum Strahl fallen zwar viel Röntgenstrahlen auf, der Weg, den jeder Strahl zurücklegt, ist aber kurz. Bei schiefer Stellung zum Röntgenstrahl ist die Zahl der auffallenden Strahlen kleiner, im gleichen Verhältnis wird aber der Weg des Strahles im Körper größer. Aus dem Verhalten eines Absorptionskörpers bei seiner Neigung läßt sich demnach schließen, ob er einen Wert mißt, der der Flächenenergie oder einen Wert, der der Dosis proportional ist.

Experimentelle Untersuchungen über die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf das Selen veröffentlicht R. Fürstenau. Das von ihm konstruierte Intensimeter benutzt als Reagenzkörper für die Röntgenstrahlen eine Selenzelle. Der Verfasser beschreibt ausführlich, welche Eigenschaften die von ihm konstruierten Selenzellen im Vergleich zu den gewöhnlichen besitzen. Bei seinen Zellen ist der Dunkelwiderstand, d. h. der Widerstand, den die Zellen bei vollem Licht- und Röntgenlichtabschluß zeigen, nach einigen Wochen nach der Herstellung völlig konstant, bleibt Jahre hindurch in demselben Zustand und ist auch nicht durch eine angelegte Spannung beeinflussbar. Bei Belichtung der Zelle steigt die Empfindlichkeit anfangs nach der Herstellung an und behält dann auch einen konstanten Wert. Bezüglich der Trägheit, d. h. der Schnelligkeit der endgültigen Einstellung, gibt es zwei Typen, deren erste geringe, deren zweite größere Trägheit zeigt. Für die praktischen Röntgenmeßzwecke hat sich der erste Typus bewährt, da man bei ihnen die Ablesung nach wenigen Sekunden vornehmen kann. Nach Aufhören der Belichtung kehrt der frühere Zustand mit einer gewissen Trägheit zurück, und zwar ist die Verdunkelungsträgheit größer als die Belichtungsträgheit. Nach Wiedereinschalten kehrt die Einstellung immer wieder auf denselben Wert zurück, wie lange auch die Zwischenpause gedauert hat. Der Einwand, daß die selektive Absorption in dem Selen zu Fehlern bei der Messung Veranlassung geben könne, wird durch theoretische Überlegungen widerlegt. Das Gebiet der selektiven Absorption liegt beim Selen bei so weichen Strahlen, daß es für Tiefentherapie zwecke gar nicht in Betracht kommt.

Die Wirkung von Aluminium-, Zink- und Kupfer-

filtern für Röntgenstrahlen ist von F. Gros (*Über die Härteanalyse der Röntgenstrahlen und die Wirkung verschiedener Filter* S. 409) nach der graphischen Methode von Meißner untersucht worden. Er zerlegt das benutzte Röntgenstrahlungsgemisch in seine verschiedenen Härteanteile und findet, daß in ihm harte, mittelharte und weiche Röntgenstrahlen in dem Verhältnis 61:29:10 vorhanden waren.

Zur Messung von Röntgenstrahlenenergie wird meist die Wirkung der Röntgenstrahlen auf einen Absorptionskörper benutzt. Diese direkten Methoden haben manche Fehler und R. Grann (*Über Messung von Röntgenstrahlenenergie auf Grund der in der Röhre verbrauchten elektrischen Leistung* S. 417) wirft deswegen die Frage auf, ob die indirekte Methode vorzuziehen sei, welche aus den elektrischen Konstanten, wie Strom, Spannung und Leistung im Sekundärkreis, die Eigenschaften der Röntgenstrahlen abzuleiten gestattet. Er weist darauf hin, daß von der elektrischen Leistung des Sekundärkreises nur ein ganz kleiner Bruchteil in Röntgenenergie umgewandelt wird, und daß die dabei auftretenden Verluste sehr unkontrollierbaren Schwankungen unterworfen sind. Man mißt nach dieser Methode die unbekannte Größe aus einer Summe, in der die Unbekannte nur ein sehr kleiner Teil ist. Infolgedessen ist die Bestimmung mit den größten Fehlern verbunden. Aber auch unabhängig davon ist die Bestimmung der genannten drei elektrischen Größen zurzeit noch nicht einwandfrei durchführbar, so daß diese Methoden zur Messung in der Röntgenstrahlenpraxis ungeeignet erscheinen.

Mit den elektrischen Verhältnissen im Sekundärkreis beschäftigt sich auch F. Janus (*Einfluß kleiner Funkenstrecken in Röntgenstromkreisen* S. 452). Bei dem Betrieb von Röntgenröhren zeigt sich oft ganz unerwartet und bisher unerklärbar das sogenannte Schließungslicht, also ein Stromdurchgang durch die Röhre in verkehrter Richtung. Durch Zerlegung des Sekundärstromes mit der Glimmlichtröhre und dem rotierenden Spiegel fand Janus, daß beim Induktorbetrieb im Augenblick der primitiven Stromunterbrechung ein Schwingungsverlauf einsetzt, der mit dem rotierenden Spiegel nicht zerlegt werden konnte und daher hochfrequenten Charakter haben muß. Den Grund dafür sieht Janus in dem Vorhandensein von kurzen Funkenstrecken im Röntgenröhrenstromkreise, die nach der Theorie der Hochfrequenzschwingungen als Hochfrequenzschwingungserzeuger wirksam sind und den schwingungsfähigen Sekundärkreis zu Schwingungen anstoßen. Die Einschaltung einer Ventilröhre beseitigt das Schließungslicht nicht; sorgt man aber dafür, daß keine schlechten elektrischen Verbindungen, die zu kurzen Funkenstrecken Anlaß geben könnten, vorhanden sind, so tritt kein Schließungslicht dieser Art auf. Janus empfiehlt daher für alle Verbindungen im Sekundärkreis einen besonderen Steckkontakt.

Um die Messungen mit dem Intensimeter mit den anderen üblichen Meßinstrumenten bequem vergleichen zu können, hat R. Fürstenau (*Die Messung der Strahlenhärte mit dem Intensimeter* S. 455) eine Art Schiebelineal konstruiert, auf dem man die Angaben des Intensimeters bequem mit den Teilungen der Härtemesser von Benoist, Wehnelt und Walter vergleichen kann. Aus einigen Versuchstabellen ergibt sich, daß die Angaben des Intensimeters bei Härtemessungen eindeutig immer wieder denselben Wert ergeben.

Um aus einem Strahlenbündel nur die harten Röntgenstrahlen herauszusieben, benutzt man Fil-

ter. Zur Frage, welches Metall das geeignetste Filtermaterial ist, äußert sich *B. Walter* (*Über das geeignetste Filtermaterial zur Erzeugung harter Röntgenstrahlen* S. 447). Um einen Vergleich verschiedener Metalle durchzuführen, ist es nötig, von den Metallen solche Schichtdicken auszuwählen, die den härtesten Teil des Strahlungsgemisches in gleicher Stärke hindurchlassen, also z. B. 0,5 mm Zink und 12 mm Aluminium. Unter dieser Bedingung werden nach des Verfassers Ansicht alle Metalle, deren Atomgewicht kleiner als 70 ist, sich gleich verhalten, und man kann keinem direkt den Vorrang zusprechen.

Das Verhalten von Röntgenröhren der neuesten Konstruktion behandelt *H. Wachtel* (*Über die Grenzen der Konstanz gasfreier Röntgenröhren* S. 448). Im Gegensatz zu anderen Veröffentlichungen findet er auf Grund von Messungen mit dem Intensimeter, daß bei großer Härte die Lilienfeldröhre keine gleichmäßige Strahlung aussendet, sondern daß sowohl Intensität wie Härte im Betriebe Schwankungen zeigen. Ob diese Schwankungen von der Röhre oder vom Instrumentarium herrührten, konnte nicht ermittelt werden.

P. Lg.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Ein neues Präzisionsverfahren zur Herstellung von Glasrohren. Für wissenschaftliche und technische Zwecke benötigt man häufig Glasrohre von genau bestimmten Innendimensionen, deren Herstellung bisher große Schwierigkeiten bereitete. Da nämlich Glasrohre gewöhnlich durch Ziehen einer glühenden hohlen Glasmasse hergestellt werden, ist es selbstverständlich, daß die so erhaltenen Rohre einen wechselnden Längs- und Querschnitt aufweisen. Dieser Fehler kann bei Rohren, die für Meßgeräte bestimmt sind, durch Eichung beseitigt werden, und zwar in der Weise, daß man das Volumen des Rohres für jedes Kubikzentimeter oder für größere Intervalle genau ermittelt, hierauf durch Ätzen des Glasrohres auf der Außenseite die Marken festlegt und den dazwischen liegenden Raum in eine bestimmte Zahl von gleichen Unterabschnitten einteilt. Diese Arbeit erfordert große Sorgfalt und ist, da sie nur von Hand vorgenommen werden kann, recht zeitraubend. Eine andere Art der Nachbearbeitung der Glasrohre ist das Ausschleifen, das bei solchen Rohren, in denen sich ein Kolben genau anschließend bewegen soll, oder bei konischen Rohren Anwendung findet. Auch dieser Nachbearbeitung sind ziemlich enge Grenzen gesetzt und sie erfordert ebenso wie das Eichen eine kunstgeübte Hand. Ein neues Präzisions-Formverfahren, das *K. Küppers* im Chemisch-technischen Institut der Technischen Hochschule in Aachen ausgearbeitet hat, scheint nun berufen zu sein, eine Umwälzung auf diesem Gebiete der Glastechnik herbeizuführen. Wie Dr.-Ing. *Lambris* in der Zeitschr. f. angew. Chemie, 1916, I, S. 382—383, mitteilt, sind die Grundlagen des neuen Verfahrens folgende: Ein hitzebeständiger Formkörper von vorgeschriebenen Abmessungen, der gleichsam als Lehre dient, wird in das Glasrohr eingeführt, dessen Lumen mit dem des Formkörpers in Übereinstimmung gebracht werden soll. Das Glasrohr wird hierauf an beiden Enden verschlossen und luftleer gepumpt. Alsdann wird das Rohr von außen erhitzt, wodurch das Glas plastisch wird und durch den äußeren Luftdruck auf den Kern gepreßt wird. Der Formkern wird nach dem Erkalten

aus dem nunmehr fertigen Glaskörper herausgezogen. Die praktische Durchführung des Verfahrens, worüber gegenwärtig keine näheren Angaben gemacht werden können, ist angeblich recht einfach. Man soll nach dieser neuen Methode Rohre der verschiedensten Form herstellen können, z. B. solche mit kreisförmigem, ovalem oder eckigem Querschnitt, als auch solche mit beliebigem Längsschnitt. Besonders wichtig ist dabei, daß nicht nur das einzelne Rohr genaue Innendimensionen hat, sondern daß man auf diese Weise beliebig viele, unter sich genau gleiche Rohre herstellen kann, was bisher auch durch das zeitraubende Eichen und Ausschleifen nicht möglich war. Versuche mit einer größeren Anzahl zylindrischer Rohre ergaben, daß die Durchmesser der einzelnen Rohre bis auf tausendstel Millimeter übereinstimmten. Es ist ferner möglich, nach dem neuen Verfahren hergestellte Rohre direkt mit Skalen, Zahlen oder anderen Schriftzeichen zu versehen, so daß die Skalen usw. in dem fertigen Rohr wie eingezätzt erscheinen. Aus diesen Angaben ist zu erkennen, daß das neue Verfahren für die Herstellung von Präzisions-Glasgeräten eine bedeutsame Verbesserung darstellt und sicherlich eine weite Verbreitung finden wird.

S.

Der wahre Erfinder des Porzellans. In einer ausführlichen, sehr interessanten Arbeit, die unter dem Titel „Leibniz als Chemiker“ jüngst im *Archiv f. d. Gesch. d. Naturw.* (Bd. 7, S. 85 ff.) erschienen ist, erörtert *H. Peters* unter Angabe zahlreicher Einzelheiten die vielseitigen, zwar nicht bahnbrechenden, aber doch recht wertvollen Leistungen, die *Leibniz* auf dem Gebiet der Chemie zu verzeichnen hat. *Peters* geht dabei auch, z. T. unter Abdruck von Briefen, auf die vielfachen persönlichen und schriftlichen Beziehungen ein, die *Leibniz* mit *Hoffmann*, *Kraft*, *Kunkel*, *Papin*, *Tschirnhaus* u. a. hervorragenden Zeitgenossen verbanden und liefert damit bemerkenswerte Mitteilungen zur Geschichte der Alchemie, der Destillation des Branntweins, des Fuselöls, des Phosphors, des Kohlenteers, des Milchglases, des Porzellans, der Entzündung ätherischer Öle durch Salpetersäure usw. Die Ausführungen über die Porzellandarstellung erbringen neue Beweise für die Richtigkeit der Behauptung, daß die Erfindung des Porzellans ausschließlich *Ehrenfried Walter von Tschirnhaus*, einem um die Wende des 18. Jahrhunderts in Dresden lebenden, ungewöhnlich kenntnisreichen Chemiker und Physiker, zuzuschreiben ist. Die längst bestrittene, in Laienkreisen aber noch immer weitverbreitete Ansicht, daß *Joh. Conr. Böttger* der Erfinder des Porzellans sei und *Tschirnhaus* nur sein Gehilfe, läßt sich danach nicht länger aufrecht erhalten.

F. R.

Bei der außerordentlich großen Bedeutung, welche eine genaue Kenntnis des **Elementarquantums** für die ganze Physik besitzt — geht es doch nicht nur in die Berechnung der wichtigen Atom- und radioaktiven Größen (Zahl der Moleküle/Gramm, absolutes Gewicht eines Atoms), sondern auch der Strahlungskonstanten (Plancksche Konstante h , Stefan-Boltzmannsche Konstante σ , Wiensche Konstante c_2 , Gitterkonstante des Raumgitters der Krystalle) ein — hat sich *R. A. Millikan* (*Phil. Mag.* [6] 34, S. 1, 1917), dem wir eine Reihe sorgfältig durchgeführter Messungen aus dem Jahre 1913 verdanken, einer mit möglichster Sorgfalt durchgeführten Neubestimmung dieser Größe unterzogen. Es war dies, abgesehen von anderen Gründen, auch schon deshalb erwünscht, weil die Beobachtungen von *Ehrenhaft* und seinen Schülern zu einem

Ergebnis geführt hatten, welches die Existenz des Elementarquantums ausschloß, da auch alle möglichen kleineren Ladungen auftraten. *Millikan* verwandte bei seinen neuen Beobachtungen wiederum eine frühere Methode, die Beobachtung der Fallzeit von geladenen Öltröpfchen im elektrischen Felde, doch verbesserte er das Instrumentarium, namentlich den Kondensator und die Zeitmessung derart, daß dadurch die Genauigkeit auf rund 1 : 1000 gesteigert und damit gegen früher verdoppelt wurde. Im übrigen ergab sich dabei genau die schon 1913 gefundene Zahl. Mit Hilfe desselben wurden dann eine Reihe von anderen Konstanten berechnet, deren Werte nachstehend angegeben sind:

Elementarquantum . . .	$e = (4,774 \pm 0,005) \cdot 10^{-10}$
Avogadro'sche Konstante .	$N = (6,062 \pm 0,006) \cdot 10^{23}$
Zahl der Gasmoleküle in cm ³ bei 0° und 760 mm	$n = (2,705 \pm 0,003) \cdot 10^{19}$
Kinetische Energie eines Moleküls bei 0° . . .	$E_0 = (5,621 \pm 0,006) \cdot 10^{-14}$
Änderung der Molekular- energie für 1° C . . .	$\epsilon = (2,058 \pm 0,002) \cdot 10^{-16}$
Masse eines Wasserstoff- atoms in g	$m = (1,662 \pm 0,002) \cdot 10^{-24}$
Plancksches Wirkungsquan- tum	$h = (6,547 \pm 0,011) \cdot 10^{-27}$
Wiensche Konstante der Spektralstrahlung . .	$c_2 = 1,4312 \pm 0,0030$
Stefan-Boltzmannsche Kon- stante der Gesamt- strahlung	$\sigma = 5,72 \pm 0,034$
Gitterkonstante des Kalk- spates	$d = 3,030 \pm 0,001$ A. E.

Die mit Hilfe des Elementarquantums berechneten Werte stimmen recht gut mit den neuesten experimentellen Bestimmungen der einzelnen Größen überein. B.

Die gegenseitige Induktion zweier Massen. In einem widerstandslosen Stromkreise von der Selbstinduktion L ruft ein elektrischer Impuls einen dauernden Strom i hervor und erzeugt eine Energie vom Betrage $\frac{1}{2} Li^2$. Analog bewirkt ein Drehimpuls in einem reibungsfreien Schwungrad vom Trägheitsmoment K eine Winkelgeschwindigkeit w und eine Energie $\frac{1}{2} Kw^2$. In Analogie zu diesem Verhalten könnte man nun fragen, ob eine beschleunigte Masse auf eine andere irgendeine Wirkung hervorbringt, welche der gegenseitigen Induktion zweier Stromkreise entspräche. Diese Frage haben *M. Walker* und *W. W. Stainer* (*Phil. Mag.* (6), 32, S. 592, 1916) auf folgende Weise untersucht: Ein horizontal gelagertes Schwungrad von 56 cm Durchmesser und 11 cm Höhe wird durch einen Elektromotor auf 2700 Umdrehungen/Minute gebracht. Dicht über diesem hängt eine Porzellanscheibe von 51 cm Durchmesser und etwa 10 kg Gewicht an zwei 21 m langen Stahldrähten von 0,025 cm Durchmesser. Diese Scheibe ist selbstverständlich gegen Luftströmungen und Erschütterungen, die vom Schwungrad übertragen werden könnten, gut geschützt. Ihre Schwingungsdauer beträgt 2460 sec.; mit Hilfe von Spiegel, Fernrohr und Skala lassen sich Drehungen der Scheibe von 1/12 000 Radiant noch erkennen. Es wird nun das Schwungrad auf seine Umdrehungszahl gebracht, auf dieser während der halben Schwingungsdauer der Scheibe konstant erhalten, dann schnell gebremst und im entgegengesetzten Sinne beschleunigt und dieses Spiel mehrmals wiederholt, um durch Resonanz die etwaigen Ablenkungen der Scheibe zu verstärken. Es ist dabei jede von der Beschleunigung

des Schwungrades herrührende Wirkung auf die Scheibe in Phase mit dieser, während die von der Geschwindigkeit der rotierenden Masse bewirkte um 90° dagegen versetzt ist. Die Versuche führten zu dem Ergebnis, daß das Verhältnis der Änderungen des Winkelmomentes der Scheibe und des Schwungrades kleiner als $5 \cdot 10^{-10}$ ist. Es steht dies in Übereinstimmung mit Rechnungen von *Einstein* und *Großmann*, wonach die der gegenseitigen Induktion entsprechende Wirkung zwischen zwei Massen so klein ist, daß sie mit den heutigen Mitteln nicht beobachtet werden kann. B.

Zur Bestimmung der **Horizontalkomponente des Erdmagnetismus** haben *C. T. Knipp* und *L. A. Welo* (*Phil. Mag.* [6] 32, S. 381, 1916) ein vertikal stehendes Kathodenstrahlenrohr mit Wehneltkathode benutzt. Die Ablenkungen, welche der Kathodenstrahl in zwei um 180° voneinander verschiedenen Stellungen durch das Erdfeld erleidet, wurden auf einer in dem Rohr befindlichen photographischen Platte registriert. Dann wird ein Hilfsfeld dazu geschaltet, das von einer großen, senkrecht zum Meridian stehenden Kreisspule geliefert wird, und wiederum die beiden (jetzt größeren) Ablenkungen photographiert. Durch die Verwendung dieses Hilfsfeldes erreicht man es, daß in die Rechnung das Verhältnis der Ladung zur Masse der Elektronen nicht eingeht. Aus sieben Messungen ergab sich $H = 0,1583 \pm 0,0005$ Gauß; die größte Abweichung vom Mittel betrug einmal 0,0035 Gauß. Der absolute Wert von H ist durch elektrische Ströme und Eisenmassen im Gebäude gestört. B.

Dämmerungsbeobachtungen Herbst 1911 bis Anfang 1917. (*C. Dorno*, *Meteorologische Zeitschrift*, Heft 4/5, 1917.) Die 5½ jährige Beobachtungszeit umfaßt eine Periode ausnehmend großer atmosphärischer Reinheit 1911 bis Mai 1912, ferner eine solche allerschwerster, durch den Ausbruch des Vulkans Katmai in Alaska im Juni 1912 hervorgerufener Störung, welche ganz allmählich bis zur zweiten Hälfte des Jahres 1914 abklang, sodann eine Periode annähernd reiner Atmosphäre von Anfang 1915 bis Anfang 1916 und schließlich die, wie wohl nicht mehr zu zweifeln ist, durch kosmische Einflüsse schwankend stark, meist nur leicht, gestörte Zeit von Februar 1916 bis Februar 1917. Auf Grund der unter diesen überaus wechselnden Verhältnissen in 1600 m Meereshöhe regelmäßig durchgeführten Beobachtungen wird bewiesen, daß das Purpurlicht (sowohl als unmittelbar farbenreichster Teil als auch als Erreger aller im späteren Verlauf auftretender Farben) der Dämmerung den Charakter verleiht, und daß dieses durch 3 Faktoren bestimmt wird: 1. durch den Jahresgang (Maximum im Herbst und Frühwinter, Abfall bis zum Frühjahr, Minimum im Spätfrihjahr und Sommer), 2. durch den Grad der atmosphärischen Reinheit (Kondensationsprodukte und Staub erhöhen die Farbenpracht, solange die untersten Atmosphärenschichten für die in den Höhen entstehenden Strahlen durchlässig bleiben; Nachpurpurlichter erscheinen nur in gestörten Zeiten), 3. durch meteorologische Elemente (ein Hoch im Südwesten Europas, welches nach Zentraleuropa vorstrebt, ist die günstigste Vorbedingung für farbenprächtige Dämmerungen). Die Intensität, Farbe, Ausdehnung des Hauptpurpurlichts, die Art seiner Entwicklung, seine Dauer, die Zeit seines Anfanges und Endes erlauben Schlüsse auf die Höhenlage und Höhenausdehnung, ja in gewissen Grenzen auf die Partikelgröße und -mannigfaltigkeit der das Hauptpurpurlicht erzeugenden Schicht.

(Autoreferat.)

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Sitzung am 9. Juni.

1. Herr Alfred Pringsheim spricht: *Über die Konvergenz periodischer und gewisser nicht-periodischer Kettenbrüche mit komplexen Gliedern.* Die notwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Konvergenz periodischer Kettenbrüche mit komplexen Gliedern sind auf verschiedenen Wegen, aber im wesentlichen gleichlautend von O. Stolz, vom Verfasser und von Herrn Perron in anders gearteter und mit gewissen Vorzügen ausgestatteter Form von Herrn von Pidoll abgeleitet worden. Der Verfasser gibt eine vereinfachte Herleitung dieser neueren Bedingungen, welche zugleich eine vollkommene Einsicht in den inneren Zusammenhang der verschiedenen Bedingungsformen gewährt. — Im übrigen enthält die Arbeit den Beweis eines von Herrn van Vleck herrührenden Konvergenzkriteriums für gewisse Kettenbrüche mit komplexen Gliedern, das bisher nur unvollständig oder unter Hinzufügung unnötig einschränkender Voraussetzungen bewiesen wurde. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

2. Herr S. Finsterwalder legt für die Sitzungsberichte vor eine Abhandlung von Herrn Prof. Liebmann: *Deutung und Konvergenzbeweis für die Methoden zur Lösung der 1. Randwert Aufgabe von H. A. Schwarz und von H. Poincaré im linearen Gebiet.*

3. Herr R. v. Hertwig spricht: *Über Centrosomen bei Radiolarien.* Derselbe berichtet über einen Teil der Untersuchungen, welche er an den von ihm bei Tenerifa gesammelten Radiolarien angestellt hat. Bei einigen Gattungen gelang es ihm, Centrosomen nachzuweisen, welche durch ihre Beziehungen zu den Achsenfäden der Pseudopodien und ihre Struktur an die gleichnamigen Bildungen der Heliozoen erinnern. Während aber diese außerhalb des Kerns liegen, finden sich jene inmitten des zentral gelegenen großen Kerns. Während ferner diese wie die Centrosomen vielzelliger Tiere bei der Zellteilung eine große Rolle spielen und daher zumeist als spezifische Teilorganellen der Zelle angesehen werden, scheinen die Centrosomen bei den Radiolarien während der Vermehrung bedeutungslos zu sein. Bei der Schwärmerbildung gehen sie zugrunde. Zweiteilungen des Tieres aber sind bei den in Rede stehenden Arten nicht beobachtet, sie sind sogar wegen der Beschaffenheit des Skeletts unwahrscheinlich, man kann sogar sagen ausgeschlossen.

Gießen-Marburger Physikalisches Colloquium.

(Begründet 1902 durch Paul Drude und F. Richarz.)

Sitzung vom 23. Juli 1917 zu Marburg.

Herr F. Richarz zeigte und besprach im Physikalischen Institut den am 3. April 1916 in der Nähe von Treysa niedergefallenen Meteoriten (siehe diese Zeitschrift Heft 22 vom 1. Juni 1917, Seite 371). Das Gewicht des Meteoriten beträgt rund 63 kg. Er besteht im weitaus größten Teil seiner Masse aus Eisen bzw. Nickeleisen und zeichnet sich durch eine besonders zackige Form mit starken Vertiefungen aus. An einer Stelle ist ein hellgelbliches Schwefelmetall zu erkennen, vermutlich Troilit. Während der fast ein Jahr dauernden ungestörten Lagerung in der Erde hat der Meteorit eine sehr starke Magnetisierung angenommen mit ungefähr vertikaler Achse. Schon hieraus läßt sich schließen, daß der Nickelgehalt kein sehr hoher sein kann, da hoher Nickelgehalt die Magnetisierbarkeit außerordentlich herabsetzen würde. Dem entspricht auch die mittlere Dichtigkeit des Meteoriten, deren vorläufige Bestimmung einen Wert ergab, der zwischen dem spezifischen Gewichte des Eisens und demjenigen des Nickels liegt, sehr viel näher aber demjenigen des Eisens. Der Meteorit ist dadurch vor allen andern ausgezeichnet, daß er der einzige ist, der auf Grund der durch Herrn Alfred Wegener aus-

geführten Berechnung der Bahn und des Einschlagspunktes gesucht und alsdann auch gefunden worden ist. Meteoriten dagegen, die man direkt hat niederfallen sehen und sogleich am beobachteten Orte des Einschlages gesucht und gefunden hat, gibt es mehrere.

F. B. Hofmann, *Über Benetzung, Emulsion und Agglutination.* Schüttelt man im Probirröhrchen zwei miteinander nicht völlig mischbare Flüssigkeiten und ein in beiden unlösliches Pulver zusammen, so gibt es Fälle, in denen das Pulver quantitativ an der Flüssigkeitsgrenze haftet. Beispiele dafür sind Zinn- oder Mennige an der Grenze von Wasser und Benzol oder Toluol, Xylol oder Chloroform. Durch den anhaftenden Pulvermantel ist ein bequemes Hilfsmittel gegeben, dünne Flüssigkeitsschichten gut sichtbar zu machen, z. B. die beim Überinanderschieben von Wasser und Chloroform auf der Wasseroberfläche sich ausbreitende dünne Chloroformhaut. Das Haften des Pulvers an der Grenze wird nach der Ableitung von Des Coudres auf die Quinckesche Benetzungsformel zurückgeführt. Bezüglich aller Einzelheiten verweist der Vortr. auf seine Abhandlung in der Z. f. physik. Chemie, Bd. 83, S. 385, 1913. Nimmt man im Verhältnis zur zweiten Flüssigkeit sehr viel Pulver, so wird die vom Pulver umhüllte, am Glase nicht adhärerende Flüssigkeit beim Schütteln in feine Tröpfchen zersprengt, welche alle von einem Pulvermantel umgeben sind, der sie lange Zeit am Zusammenfließen hindert. Es bildet sich eine Emulsion, die im allgemeinen um so länger haltbar ist, je geringer die Adhäsion der Pulverpartikel an der umhüllten Flüssigkeit ist. Ist die Menge der zweiten Flüssigkeit sehr klein, so legt sie sich beim Zusammenbringen mit dem Pulver an dessen Partikel an und verklebt sie zu Flocken. Der Vortr. zeigt solche Ausflockungen von Pulvern durch Verklebung ihrer Körnchen mit einer zweiten Flüssigkeit, wie sie in seiner Abhandlung in der Z. f. Biologie, Bd. 63, S. 386, 1914, beschrieben sind. Quantitatives Haften an der Grenze zweier Flüssigkeiten läßt sich auch an Suspensionskolloiden nachweisen, z. B. haften kolloidales Gold oder Silber quantitativ an der Grenze von Wasser und Butyl- oder Amylalkohol. Ferner liefert die Anwendung der Benetzungsformel eine sehr einfache Erklärung für manche Beobachtungen an hydrophilen Kolloiden, z. B. für das Ausflocken von Eiweiß durch Chloroform oder Capronsäure; für das Entstehen stabiler Emulsionen bei Gegenwart hydrophiler Kolloide; endlich für die sogenannte anomale Adsorption der letzteren.

Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg.

Sitzung vom 24. Mai 1917.

Vortrag von Professor Schleich: *Über den periodischen Verlauf tierischer Lebensvorgänge.* Der Vortragende untersucht hauptsächlich diejenigen Vorgänge, welche synchron mit periodischen Vorgängen der Umgebung verlaufen. (Schlafen und Wachen, Wanderungen pelagischer Tiere tags in tieferen, nachts in höheren Wasserschichten, Kontraktion der Actinia equina bei Ebbe und Entfaltung bei Flut, ferner Vorgänge, die parallel mit Springflutperioden, Mondmonaten, Jahreszeiten sich abspielen: Winterschlaf, Haarwechsel, Mauserung, Fortpflanzungsperioden usw.) Solche Vorgänge können erhalten bleiben, auch wenn die Außenbedingungen im Experiment verändert sind, können sich aber auch nach einiger Zeit verlieren, wie z. B. das obige Verhalten der Actinia equina im Laboratorium nach wenigen Tagen aufhört, — während in anderen Fällen der Rhythmus lange erhalten bleibt, wie z. B. der tagesperiodische Farbenwechsel der Stabhenschrecken. Dieser paßt sich auch dem umgekehrten Rhythmus (Beleuchtung bei Nacht, Dunkelheit am Tag) entsprechend

an. Man unterscheidet *aitiogene* und *autonome* Rhythmen. Sicher autonom sind Herzkontraktionen, ferner gewisse Bewegungen von Hydra, wahrscheinlich der Schlaf, vielleicht auch der Winterschlaf, der Wandertrieb der Zugvögel, die Periodizität der Fortpflanzung der Säugetiere. Diese ist ein Artmerkmal. Sicher aitiogen ist das periodische Erscheinen des Palolowurms (*Eunice viridis*, und ähnlich *Eunice fuata*). Viele dieser Vorgänge können bisher nicht erklärt werden. Der Vortragende weist auch auf Semons Mnemetheorie hin.

Sitzung vom 14. Juni 1917.

Vortrag von Professor Gerhardt: *Gegenseitige Beeinflussung von Magen- und Darmkrankheiten*. Magen und Darm wirken durch ihre Lage aufeinander, doch sind dazu schon beträchtliche Füllungen nötig, wie an Hand eines Falles von sehr starkem Luftschlucken mit der Röntgenmethode nachgewiesen wird, wobei diese Organe nicht stark in ihrer Funktion behindert waren, wohl aber die Atmung. Es wird hingewiesen auf das Auftreten von Schmerzen im Epigastrium und von Magenblutungen als Symptome bei Enteritis, Einflüsse auf den Magen bei Darmoperationen in Form z. B. von Motilitätsstörungen. Experimentell hat Cohnheim nachgewiesen, daß bei Einwirkung von Säuren, Salzen usw. auf die Duodenalschleimhaut z. B. Magenbewegungen und Magensekretion beeinflußt werden. Auch klinisch sind derartige Einwirkungen festgestellt: Hyperacidität bei Obstipation. In anderen Fällen liegt die Ursache am Magen und die Obstipation ist durch jene bedingt (spastische Obstipation). Der Vortragende verweist auch auf die ganz andere Auffassung von Bergmann und seinen Schülern, welche bei Ulcus ventriculi nicht nur Magenstörungen, sondern auch solche anderer Organe, namentlich eine ganze Anzahl nervöser Stigmata finden, so daß Spasmen des Magens zur Erklärung seiner Entstehung dienen könnten und danach das Ulcus vielleicht eine „nervöse“ Krankheit sein könnte. Der Vagus ist nicht nur der motorische, sondern auch der sekretorische Nerv des Magens. Abnorme Bewegungen (Röntgenuntersuchung!) und Sekretionsstörungen finden sich in der Regel gleichzeitig. — Der Einfluß des Magens auf den Darm wird ausführlich am Beispiel der Achylie deutlich gemacht.

Sitzung vom 28. Juni 1917.

Herr Krebs berichtet über „geographische Beobachtungen in den besetzten Gebieten der Balkanhalbinsel“. Er erwähnt zunächst die verschiedenen Forschungen, die durch das Vordringen unserer Truppen im Osten und Südosten möglich geworden sind. Sie sind praktischen Erfordernissen der Heeres- und Zivilverwaltung ebenso wie der Wissenschaft dienstbar und haben namentlich im Herzen der Balkanhalbinsel eine bisherige Terra incognita erschlossen. Dann berichtet er eingehender über die eigenen zwei Studienreisen im Sommer 1916 und charakterisiert drei morphologische Probleme, die ihrer Lösung zugeführt wurden.

1. Die Entwicklungsgeschichte des nordserbischen Flachlandes.
2. die Talgeschichte der Rasina.
3. die morphogenetische Bedeutung der dinarischen Hochflächen in Südwestserbien und Rasien.

Sitzung vom 12. Juli 1917.

I. Vortrag von Herrn Dr. Leupold: *Stauungsblutungen nach Rumpfkompensation*. An Hand von 2 Obduktionsbefunden von Stauungsblutungen nach Rumpfkompensation berichtet Vortr. über die Theorien über die Mechanik der Entstehung der Stauungsblutungen und erörtert eingehender die Rolle, die das Herz dabei spielt. Bemerkenswert ist dabei, daß bei einer genauen

mikroskopischen Untersuchung des 2. beobachteten Falls im Gehirn mikroskopisch kleine Blutungen festgestellt werden konnten, so daß die Lehre, nach der das Gehirn stets frei von Stauungsblutungen bleibe, nicht genügend begründet erscheint.

II. Vortrag von Herrn Dr. Bader: *Differentialtonometrie, eine Erweiterung der klinischen Augendruckmessung (Untersuchungen an Altersstärken)* führten den Vortragenden zu kornealer und skleraler Anwendung des Schiötzschen Tonometers zwecks Feststellung der vorhandenen Skleralrigidität. Vergleichende, sog. differentialtonometrische Messungen an Augen verschiedenaltiger Individuen ergaben bis zum 40. Jahre auf der Sklera niedrigere Werte als auf der Hornhaut, in den späteren Lebensjahrzehnten hingegen das umgekehrte Verhältnis. Die Altersstarre der Skleralhülle spielt beim Zustandekommen des Hornhautkollapses bei Starextraktion eine wichtige Rolle. Die Differentialtonometrie gestattet vor der Operation solche Operationszufälle mit großer Wahrscheinlichkeit vorauszubestimmen.

III. Vortrag von Professor Dr. Köllner: *Der Augendruck beim Glaukom und seine Beziehungen zum Blutkreislauf*. Schwankungen des Augendruckes beim Glaukom, wie beim normalen Auge, treten fast regelmäßig doppelseitig auf, und beruhen auf Kreislaufstörungen, nicht auf lokalen Vorgängen am Auge. Vortragender zeigt an zahlreichen Kurven, welchen Einfluß Änderungen des Blutdrucks, der Blutverteilung und der Blutzusammensetzung auf den Augendruck beim Glaukom haben können und welchen Einfluß sie ja gewöhnlich ausüben und betont, daß sich bei allen diesen Änderungen das glaukomatös erkrankte Auge prinzipiell nicht vom normalen unterscheidet.

Sitzung vom 25. Juli 1917.

Vortrag von Prof. L. R. Müller: *Zur Psychologie der Türken*. Vortragender schildert auf Grund eines längeren Aufenthalts in der Türkei eingehend die körperlichen und geistigen Eigenschaften des türkischen Volkes, ausgehend von der Beobachtung der Schuljugend, dann über die Stellung der Frau und ihre geistige, oft sehr mangelhafte Ausbildung und Trägheit, die neuzeitlichen Versuche zur Hebung der Frauenbildung, das Aussehen und die Geistesverfassung der Eunuchen, die körperliche Entwicklung der Männer, die sich ebenso rasch vollzieht wie die der Frauen, wobei ebenfalls frühzeitig nach jugendlicher Schlankheit Neigung zur Korpulenz eintritt, der auch in keiner Weise etwa durch Sport und andere Bewegung entgegengearbeitet wird. Die Ansicht, daß der Islam die Leute an regerer Tätigkeit hindere, hält Müller für unrichtig, er glaubt eher an angeborene Veranlagung und angeborenes Bedürfnis nach Ruhe und Gleichmut. Der Mangel an Ehrgeiz ist der Grund, warum der Türke von anderen Völkern überflügelt wird. Dazu tritt die Unfähigkeit mit dem Geld umzugehen, der Mangel des Bedürfnisses Neues zu schaffen und das Bestehende instand zu halten (Häuser, Haustiere), und eine gewisse Härte gegen andere Menschen. Dagegen rühmt er die angeborene Höflichkeit und Freigebigkeit verbunden mit großer Bescheidenheit und Zurückhaltung, der allerdings eine große Empfindlichkeit entgegensteht. Die Türken besitzen ausgesprochenes Talent zur Erlernung fremder Sprachen, dagegen fehlen ihnen technische und kaufmännische Fähigkeiten, Organisations-talent, selbständiges Handeln. Ihre militärische Begabung ist groß. Auf künstlerischem Gebiet sind bemerkenswert: Kleidung, Teppiche, Friedhöfe, die großen Moscheen und besonders die Ornamentik. Die türkische Musik ist für uns unverständlich. Soziale Vorurteile und Kasten gibt es bei den Türken nicht. In den letzten Jahren haben sich viele Mißstände gebessert.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Heft 40.

5. Oktober 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Nathan Zuntz zu seinem 70. Geburtstage. Von
Prof. Dr. W. Caspari, Berlin. S. 617.

Ueber die kosmische Stellung der Meteore. Von
C. Hoffmeister, z. Zt. Bamberg. S. 620.

Besprechungen:

Wegener, A., Wind- und Wasserhosen in Europa.
Von *A. Schmauss, München.* S. 626.

Exner, F. M., Dynamische Meteorologie. Von
A. Schmauss, München. S. 626.

Schwarzschild, K., Ueber das System der Fixsterne. Von *E. Freundlich, Berlin-Neubabelsberg.* S. 627.

Geographische Mitteilungen:

Die Erdbeben in Bulgarien. Ergebnisse der Volkszählung in Dänemark 1916. Forschungsreisen in Nord-Uganda. Kohle-Vorkommen auf der Bären-Insel. Die nutzbaren Wasserkräfte Deutschlands. Die Einführung metrischer geographischer Masse in England. S. 627—628.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Zur Physiologie und Hygiene der Luftfahrt

Von

Dr. med. N. Zuntz

Geh. Regierungsrat, Professor der Physiologie an
der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin

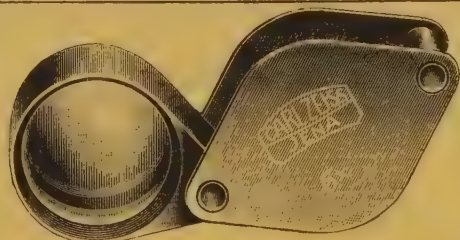
Mit 11 Textfiguren — 1912

Preis M. 2.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für
Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG

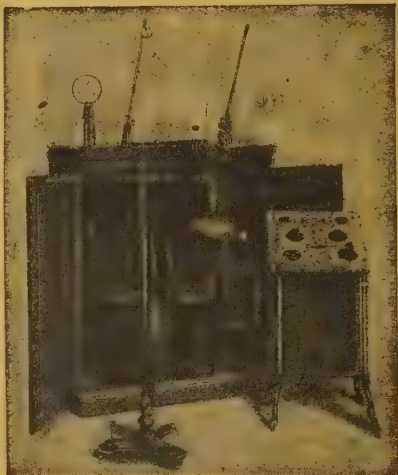


WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

Nathan Zuntz zu seinem 70. Geburtstage.

Von Prof. Dr. W. Caspari, im Felde.

Am 6. Oktober d. J. vollendet *Nathan Zuntz* sein 70. Lebensjahr. Eine Lebensarbeit liegt hinter ihm, reich an Mühen, aber auch reich an Erfolgen, die Mehrung der Erkenntnis dem Forscher gewährt.

Jeder Mensch ist auf allen Gebieten des Lebens ein Empfangender und ein Gebender, diejenigen aber pflegen wir als große Männer zu preisen, bei denen das Geben und Gewähren das Empfangen weit übertrifft.

Zuntz ist wie wenige Männer der Wissenschaft ein Gebender, ein Gebender aus dem reichen Born seines Wissens, ein Gebender in der großen Güte seines Herzens, die ihm Freunde gewann auf allen Gebieten des Lebens, und ein Gebender in der Vermehrung der Kenntnisse, die er den Menschen bescherte. Und darum, wenn er an seinem 70. Geburtstage auf seine schaffende Tätigkeit und die Gesamtgestaltung seines Lebens zurückblickt, wird er sich selbst gestehen müssen, daß er auch ein Glücklicher ist.

Seine äußeren Lebensumstände gestalteten sich einfach und schlicht, wie es oft beim deutschen Gelehrten der Fall ist. Geboren in Bonn am Rhein, studierte er in seiner Vaterstadt Medizin. Nach bestandenen Staatsexamen trat er im Jahre 1871 bei *Pflüger* als Assistent ein, nachdem er vorher bereits unter dessen Leitung im Jahre 1868 seine Dissertation „Beiträge zur Physiologie des Blutes“ gefertigt hatte. In dieser Arbeit wird hauptsächlich die Frage der Bindung der Kohlensäure und der Alkaleszenz des Blutes behandelt. Sie eröffnet einen wichtigen Einblick in die Labilität der chemischen Zusammensetzung des Blutes.

Schon im Jahre 1871 habilitierte sich *Zuntz* als Privatdozent für Physiologie an der Universität Bonn und blieb bis zum Jahre 1874 Assistent bei *Pflüger*. Im Sommer 1874 wurde er außerordentlicher Professor und war dann bis zum Jahre 1881 an der Universität Bonn als Prosektor tätig, während er gleichzeitig eine umfangreiche ärztliche Praxis ausübte. Im Jahre 1881, also 34 Jahre alt, wurde er als ordentlicher Professor und Direktor des tierphysiologischen Instituts an die damals neugegründete landwirtschaftliche Hochschule zu Berlin berufen und ist dieser Stelle seitdem treu geblieben. Gleich blieb allerdings nur der äußere Name der Stellung. Aus dem kleinen, aus wenigen Räumen bestehenden damaligen Laboratorium ist heute ein großes, in

seiner Art einzig dastehendes Institut geworden, das in seiner Ausstattung den weitverzweigten Arbeitsrichtungen seines Leiters in vorbildlicher Weise angepaßt ist.

Schon aus dieser kurzen äußeren Darstellung der Lebensbahn des Jubilars geht hervor, daß die Zeit, in der *Zuntz* ein Empfangender und noch nicht ein Gebender war, ungewöhnlich kurz ist. Der Mann, den er stets auf das innigste als seinen Lehrer verehrt hat und von dessen unerbittlich klarer Logik er wohl in der Tat auch viel empfangen hat, war *Eduard Pflüger*.

Von *Zuntz's* Arbeiten steht jedoch nur seine oben genannte Doktorarbeit unter dem unmittelbaren Einfluß des großen rheinischen Physiologen. Schon die zweite wichtige Arbeit, die er im Jahre 1871 in Gemeinschaft mit *Röhrig* verfaßte, ist als eine ganz selbständige zu betrachten. Sie behandelt die Frage der tierischen Wärmeregulation und ist für unsere Kenntnis dieser Vorgänge von grundlegender Bedeutung. In ihr wurde nachgewiesen, daß die chemische Wärmeregulation, bei der der Organismus des Warmblüters Wärme erzeugen muß, um die Körpertemperatur zu erhalten, der seine Lebensprozesse angepaßt sind, ihren Sitz in den Muskeln hat und durch Lähmung der Muskelnerven mittels Curare aufgehoben wird. Sowohl die Dissertation als auch diese Arbeit sind Ausgangspunkte gewesen für eine Fülle von weiteren Forschungen, teils von *Zuntz* selbst, teils von seinen Mitarbeitern. Es ist überhaupt ein Charakteristikum seiner Schaffensart, das jedes gelöste Problem ihm wiederum neue Fragestellungen liefert, so daß sein ganzes Lebenswerk, so vielseitig und mannigfaltig es ist, sich vollkommen konsequent, Baustein auf Baustein gefügt, zu dem stattlichen Gebäude entwickelt, das wir heute bewundern.

Die Grundlage dieses Gebäudes aber ist eine ungewöhnliche Beherrschung der Hilfswissenschaften, speziell der Anatomie, der Chemie und Physik, verbunden mit einer seltenen Klarheit des Denkens. Hierzu gesellt sich, besonders auch in der Verwertung der gewonnenen Versuchsergebnisse, die strengste Selbstkritik und die vornehmste sachliche Kritik an den Versuchsergebnissen anderer. Bewundernswürdig war uns, seinen Schülern stets, wie *Zuntz* es vermochte, etwa aus einer großen Fülle ihm vorgelegter zahlenmäßiger Versuchsergebnisse, die uns unklar und verworren dünkten, die leitenden Gesichtspunkte heraus zu finden und klar zu stellen.

Diese Vorzüge seines Ingeniums offenbaren sich früh in zwei umfassenden Darlegungen, die man als für sein ganzes späteres Schaffen pro-

grammatisch ansehen muß. Sie stammen aus der Bonner Zeit. Die eine ist eine Arbeit, betitelt „Gesichtspunkte zum kritischen Studium der neueren Arbeiten auf dem Gebiete der Ernährung“ (Landwirtschaftliche Jahrbücher 1879), die andere ist Zuntz's Beitrag zu Hermann's Handbuch der Physiologie „Blutgase und respiratorischer Gaswechsel“.

In der ersten Arbeit beschäftigt sich Zuntz mit der damals gerade im Beginn befindlichen energetischen Betrachtung der Lebensvorgänge. Er legt dar, daß die Pettenkofer-Voitsche Anschauung über die Art der Vertretung der verschiedenen Nährstoffe unzutreffend ist. Ferner enthält diese Arbeit eine äußerst wichtige Feststellung, deren Ausbau, Erforschung im einzelnen und praktische Wertung Zuntz und seine Schüler noch bis in die allerletzte Zeit immer wieder beschäftigt hat. Es ist der Nachweis, daß die Verdauung der Zellulose durch Bakterien im Darmkanal erfolgt. Diese Tatsache ist naturgemäß von enormer Bedeutung, besonders für die Physiologie der landwirtschaftlichen Nutztiere, deren Nahrung große Mengen Zellulose enthält, meist in der Form, daß die für den Organismus wichtigsten Nährstoffe erst nach Zerstörung der Zellulosehüllen für die Verdauungssäfte des Tieres zugänglich werden.

Auch die oben genannte Arbeit in Hermann's Handbuch der Physiologie enthält nicht nur eine erschöpfende Darstellung der damaligen Kenntnisse des einschlägigen Gebietes, sondern auch zahlreiche eigene Untersuchungen.

Beide Publikationen haben sich als außerordentlich fruchtbar erwiesen und sind als Ausgangspunkte zu betrachten für die zahlreichen Arbeiten von Zuntz, seinen Mitarbeitern und Schülern, die den *Stoffwechsel von Mensch und Tier* zum Gegenstande haben.

Unter diesen sind besonders bedeutungsvoll die Arbeiten zur Erforschung des respiratorischen Gaswechsels.

Will man einen Überblick über den Stoffwechsel eines Individuums gewinnen, so muß man die Analysenwerte der Einnahmen und Ausgaben des Organismus zu einander in Relation stellen. Das ist für die stickstoffhaltigen Nährstoffe ziemlich einfach, weil der gesamte nicht im Körper verbleibende, aus der Nahrung stammende Stickstoff im Kot und Harn wieder erscheint. Und da gasförmiger Luftstickstoff im Körper nicht gespeichert wird, genügt demnach die Vergleichung des Stickstoffgehalts der Nahrung einerseits, der festen und flüssigen Ausscheidungen andererseits, um eine Bilanz des Stickstoffhaushalts des Organismus und daher bei geeigneter Versuchsanordnung des Eiweißhaushalts zu gewinnen.

Ein anderer Teil der Stoffwechselprodukte ist jedoch gasförmiger Natur, hauptsächlich Kohlensäure und Wasser, und man kann daher z. B. die so wichtige Kohlenstoffbilanz des Körpers

nur durch Analyse der Atemgase neben derjenigen der Nahrung und festen und flüssigen Ausscheidungen gewinnen. Schon daraus ergibt sich, wie wesentlich die Kenntnis der gasförmigen Ausscheidungen des Tierkörpers ist.

Eine andere hohe Bedeutung der Untersuchung des Gaswechsels liegt aber auf dem Gebiete der energetischen Betrachtung der Lebensvorgänge. Wir können einen Einblick in den Energiewechsel eines Menschen oder Tieres gewinnen, wenn wir unter genauer Kenntnis und möglichst sorgfältiger Inrechnungsstellung seiner Lebensumstände, wie Nahrungsaufnahme, Bewegung, Umgebungstemperatur usw., seine Wärmeabgabe messen. Dieser Weg ist z. B. von Rubner erfolgreich beschritten und besonders von amerikanischen Forschern zu hoher Vollkommenheit ausgebildet worden.

Man kann aber auch als Maß des Energiewechsels eines Organismus seinen Sauerstoffverbrauch wählen. Die Nährstoffe werden durchweg im Körper in der Weise verändert, daß unter Sauerstoffaufnahme aus den komplizierten hochmolekularen Verbindungen einfachere entstehen, während die chemische Energie frei wird. Dieser Verbrennungsprozeß geht bei den stickstofffreien Nährstoffen bis zu den äußersten Oxydationsprodukten, CO_2 u. H_2O , während bei dem Abbau der N-haltigen Nährstoffe der N-Anteil in Form von noch etwas zusammengesetzteren Verbindungen, Harnstoff bzw. Harnsäure, im Harn ausgeschieden wird. Wir können daher aus der Höhe des Sauerstoffverbrauches einen Maßstab gewinnen für die energetischen Vorgänge und ihren Verlauf im Organismus und können z. B. die Veränderungen des Energieverbrauches unter geänderten Lebensbedingungen studieren.

Zur Zeit, als Zuntz seine Forschungen begann, war die Bedeutung des respiratorischen Gaswechsels wohl bekannt. Es waren umfangreiche Apparate zu seinem Studium im Gebrauch nach zwei verschiedenen Prinzipien, von denen das eine von Regnault und Reiset, das andere von Voit und Pettenkofer angegeben war. Es würde hier zu weit führen, diese Apparate näher zu beschreiben, doch hatten beide den Nachteil, daß ihre Anschaffung außerordentlich kostspielig war und ihre Handhabung ein umfangreiches Laboratorium mit entsprechenden Hilfskräften erforderte. Zuntz hat nun in Gemeinschaft mit Geppert einen äußerst bequemen Apparat zum Studium des Gaswechsels an Mensch und Tier angegeben. Die Methode wurde später ausführlich von Magnus-Levy beschrieben (*Pflügers Archiv* 1894).

Die Methode ist seitdem außerordentlich viel in Laboratorien und Kliniken im Gebrauch. Eine unübersehbare Fülle von Arbeiten sind mittels dieser Apparatur ausgeführt, und haben das Wissen des Physiologen, des Landwirts, und ganz besonders auch des Arztes vermehrt. Denn durch seine Einfachheit, leichte Transportfähigkeit, die Geringfügigkeit der Unbequemlichkeiten

für das Versuchsobjekt und die Kürze der notwendigen Versuchsdauer hat sich dieser Apparat ganz besonders auch für Untersuchungen am Krankenbette bewährt und uns die Veränderungen des Stoffwechsels bei verschiedenen Krankheiten, im Rekonvaleszenzstudium usw., kennen gelehrt.

Aus der Fülle der von Zuntz und seinen Mitarbeitern mittels dieser Methode untersuchten Fragen seien nur die wichtigsten hervorgehoben.

Zunächst sind die zahlreichen Forschungen über die *Verdauungsarbeit* zu erwähnen. Sie nahmen ihren Ausgang von der Entdeckung, daß die Zufuhr verschiedener Nährstoffe per os eine Steigerung der Oxydationsprozesse hervorrief, die bei direkter Einführung derselben Substanzen in die Blutbahn ausblieb. (Zuntz und v. Mering, *Pflügers Archiv* 1882/83.) In zahlreichen Forschungen hat Zuntz in Gemeinschaft mit Schülern und Mitarbeitern diese Frage weiter verfolgt und vielfach bis ins einzelne geklärt, nicht nur für die relativ einfachen Verhältnisse beim Fleischfresser und Allesfresser, sondern auch für die komplizierten Verhältnisse bei den Pflanzenfressern, besonders den Wiederkäuern.

Zum Teil auch unter Benutzung dieser Methode haben dann Zuntz und seine Mitarbeiter in zahlreichen Versuchen die Frage nach der *Quelle der Muskelkraft* entschieden.

Pflüger vertrat mit großer Leidenschaftlichkeit die alte Liebig'sche Anschauung, daß nur das Eiweiß, „der König der Nährstoffe“, imstande sei, als Quelle der Muskelkraft zu dienen. Demgegenüber standen der österreichische Physiologe Seegen und der französische Chauveau auf dem Standpunkte, daß nur dem leicht löslichen und leicht abbaubaren Zucker bzw. dem Glycogen, diese wichtige Funktion zukäme. Zuntz und seinen Mitarbeitern gelang nun der Nachweis, daß jede der drei großen Nährstoffgruppen, Eiweiß, Fette und Kohlehydrate, imstande sind, ihre chemische Energie dem Körper für seine mechanischen Arbeitsleistungen zur Verfügung zu stellen, ja daß die Arbeitsleistung das wichtigste Gebiet der Isodynamie der Nährstoffe ist.

An die Arbeiten über die Quelle der Muskelkraft schließen sich nun sehr zahlreiche Untersuchungen, die die Muskelarbeit und ihre verschiedenen Arten sowie ihren Einfluß auf Respiration, Herztätigkeit, Blutzirkulation und andere Organfunktionen zum Gegenstande haben. Hier ist wiederum eine Arbeit von Zuntz als grundlegend zu betrachten (Über den Stoffverbrauch des Hundes bei Muskelarbeit, *Pflügers Archiv* 1897). In dieser wird nachgewiesen, daß der Verbrauch an chemischer Energie für die Arbeitseinheit bei allen bisher untersuchten Säugetieren der gleiche ist und daß etwas mehr als ein Drittel der aufgewandten chemischen Energie für äußere mechanische Arbeitsleistung verwandt werden kann. Die restierenden zwei Drittel werden zu

Wärme. Der Nutzeffekt der tierischen Maschine ist also etwa 33% %.

Diese Untersuchungen werden gekrönt durch zwei zusammenfassende Veröffentlichungen, von denen die eine auf dem Gebiete der Physiologie der landwirtschaftlichen Nutztiere, die andere auf dem der Physiologie des Menschen liegt. Es sind die Untersuchungen über den Stoffwechsel des Pferdes bei Ruhe und Arbeit (in Gemeinschaft mit C. Lehmann und Hagemann, landwirtschaftliche Jahrbücher 1889 u. 1898) und die Studien zu einer Physiologie des Marsches (in Gemeinschaft mit Schumburg, Berlin, bei Hirschwald 1901). Diese Arbeiten geben eine Zusammenfassung der Erfahrungen auf dem Gebiete der Muskelarbeit im Verein mit zahlreichen neuen Feststellungen. Außerdem finden sich darin Untersuchungen über Atemarbeit, Herzarbeit, der Nachweis des Mehrverbrauchs an Energie für die Arbeitseinheit infolge schlechten Körperbaues, Schmerzen, Ermüdung. In der Untersuchung über den Stoffwechsel des Pferdes ist auch die Treibbahn zuerst beschrieben, die die einwandfreieste Messung der Arbeitsleistung gestattet. Aus den Studien der Physiologie des Marsches sind ferner hervorzuheben Erörterungen über Wärme-regulation bei der Muskeltätigkeit, Bedeutung der Kleidung, der Bildung von Schweiß und klimatischer Faktoren. Es wird ferner die Gleichmäßigkeit des Verbrauchs bei wohlgeübten Arbeitern und Abnahme des Energieverbrauchs für die gleiche Arbeit mit fortlaufender Übung nachgewiesen.

Man sieht bereits, daß in letzteren Feststellungen grundlegende Tatsachen gegeben sind für die Bedeutung *sportlicher Tätigkeit* für den Menschen. In der Tat hat sich Zuntz und seine Schule im Anschluß an diese Arbeiten intensiv mit der Bedeutung des Sportes beschäftigt. Bei all diesen Untersuchungen bewährte sich die Zuntz'sche Methode zur Messung des respiratorischen Gaswechsels besonders auch wegen ihrer leichten Transportfähigkeit. Zuntz schuf gewisse Änderungen seines Apparates, die gestatteten, auf dem Marsche, bei Bergbesteigungen, ja selbst während des Radfahrens (Leo Zuntz, Untersuchungen über den Gaswechsel des Radfahrers, Berlin, bei Hirschwald 1899), die Atemgase eines Menschen zu sammeln, um sie später zu analysieren.

Ebenfalls im Zusammenhang mit den genannten Forschungen stehen dann die umfangreichen Untersuchungen über die Wirkung *klimatischer Faktoren* auf den Organismus. In Gemeinschaft v. Schroetter untersuchte Zuntz die Wirkung, die die Ballonfahrt in großen Höhen auf den Menschen ausübt (*Pflügers Archiv* 1902) und in zahlreichen Untersuchungen, die oft auch sehr erhebliche körperliche Anforderungen an den schon damals über 50 jährigen stellten, die Wirkung des Höhenklimas auf den Organismus. Die Resultate dieser Forschungen hat Zuntz in Gemeinschaft

mit A. Loewy, Fr. Müller und Caspari in einem größeren Werke „Höhenklima und Bergwanderungen in ihrem Einfluß auf den Menschen“ (Berlin bei Bong 1906) niedergelegt. Eine andere Expedition unternahm er in Gemeinschaft mit Durig, Neuberg und v. Schroetter nach Teneriffa, um die Kombination von Tropen- und Höhenklima zu untersuchen, während seine Mitarbeiter, A. Loewy, Bornstein, Cronheim und Fr. Müller, das Seeklima in ihrer Wirkung auf den Menschen erforschten.

Man hat vielfach angenommen, daß die Zuntzsche Methode der Untersuchung des respiratorischen Stoffwechsels die erwähnten Methoden von Regnault-Reiset und Voit-Pettenkofer hätte verdrängen sollen. Diese Annahme ist irrig. Jede dieser Methoden hat ihren Wert. Während die Kastenmethoden nach Regnault-Reiset und Voit-Pettenkofer gestatten, den Stoffwechsel über längere Zeit zu verfolgen, gibt die Zuntzsche Methode die Möglichkeit, gleichsam Ausschnitte des Stoffwechsels zu untersuchen, wie sie sich darstellen unter der Einwirkung besonderer Umstände, wie Nahrungsaufnahme, Muskeltätigkeit, Krankheit und Rekonvaleszenz, Kastration und Klimacterium usw. Zuntz hat daher keineswegs diese Methode als die allein seligmachende betrachtet, vielmehr sich mit Erfolg bemüht, auch die alten Methoden zu verbessern und seinen Untersuchungen nutzbar zu machen.

So hat er nach der Methode von Regnault-Reiset einen Apparat konstruiert zum Studium des Stoffwechsels kleiner Säugetiere und einen anderen zur Untersuchung des Stoffwechsels der Fische, über deren Lebensbedingungen und speziell Ernährungsverhältnisse zahlreiche theoretisch und praktisch wertvolle Arbeiten aus dem Zuntzschen Institut, dem seit Jahren eine Abteilung für Fischerei angegliedert ist, veröffentlicht worden sind. In den letzten Jahren hat Zuntz ferner einen großen Respirationsapparat zum Studium des Stoffwechsels landwirtschaftlicher Nutztiere geschaffen, der in ingeniöser Weise fast alle bekannten Formen der Untersuchung des Stoffwechsels vereinigt. Schon waren wertvolle Untersuchungen mittels dieses Apparates ausgeführt worden, als die Not des Krieges dazu zwang, den Apparat zur Prüfung augenblicklich dringender praktischer Fragen zu verwenden.

Dieser kurze Abriß gibt keineswegs einen auch nur annähernd vollständigen Überblick über das Lebenswerk des 70 jährigen. Eine Fülle von Arbeiten über Fragen der Atmung, des Blutkreislaufs, die Menge des zirkulierenden Blutes und die Arbeit des Herzens, zahlreiche Studien über das fötale Leben und den Stoffaustausch zwischen Mutter und Frucht, über Milchsekretion, über die Lehre von der Verdauung, eine Fülle von Einzelarbeiten über landwirtschaftliche, physiologische, klinische Fragen, die teils von ihm selbst ausgeführt, teils von ihm angeregt, gefördert, beraten wurden, verdanken wir ihm. Denn

er war stets mit dem Reichtum seines Geistes großzügig freigebig. Jedem teilte er in uneigennützigster Weise seine Gedanken mit. Immer nur darauf bedacht, das Werk zu fördern, niemals besorgt, daß sein Anteil an der Arbeit in der Veröffentlichung gebührend zum Ausdruck kam. Der oft so kleinliche Konkurrenzkampf, der ja leider auch in der Wissenschaft nicht fehlt, ist seiner vornehmen Gesinnung stets besonders widerwärtig gewesen.

Wenn auch Zuntz durchaus ein Denker und Mann der Wissenschaft ist, so ist ihm doch in besonderem Maße der Sinn dafür gegeben, daß auch die Praxis stets von der Wissenschaft befruchtet werden muß und die Wissenschaft der Praxis zu dienen hat, wenn auch praktische Gesichtspunkte nicht vorwiegend die Leitsterne wissenschaftlicher Forschung sein dürfen. So wirkte er vielfach durch populäre Vorträge, wozu die plastische Art, in der er selbst die schwierigsten Probleme einem Laienpublikum auseinander zu setzen vermochte, ihn besonders befähigte. Rastlos war er bemüht, die Landwirtschaft, Fischzucht und Teichwirtschaft, Zuckerindustrie, die praktische ärztliche Tätigkeit, die sportliche Bewegung und die Bäderkunde mit dem reichen Schatz seines Wissens zu fördern. Auch während des Krieges hat er eifrig mitgearbeitet an den Problemen, die der Weltkrieg auch an den Wissenschaftler stellt, und ist besonders auf dem Gebiete der Ernährung des von Mangel bedrohten deutschen Volkes und auf dem Gebiete des Gasschutzes führend tätig gewesen.

So tritt er jetzt in das Greisenalter ein, geistig und körperlich kräftig und zu weiteren Leistungen bereit. Wer aber das Glück hatte, ihm im Leben näher zu treten und seiner Sitten Freundlichkeit zu erfahren, der bringt heute nicht nur dem großen Gelehrten seine Huldigung dar, er verehrt in ihm auch den milden Beurteiler aller menschlichen Schwächen, den stets hilfsbereiten Freund und Berater in wissenschaftlichen und persönlichen Nöten, den Menschen mit nie versagender Herzensgüte.

Möge dem gesegneten Leben ein gesegneter Abend beschieden sein!

Über die kosmische Stellung der Meteore.

Von C. Hoffmeister, z. Z. Bamberg.

Als Meteore bezeichnet man heute ausschließlich jene Lichterscheinungen, welche durch das Eindringen fester Massen, kleiner und kleinster Weltkörper, in die Lufthülle der Erde hervorgerufen werden, indem durch die außerordentlich starke Zusammenpressung der Luft so hohe Wärmegrade erzeugt werden, daß der Körper meist in ganz kurzer Zeit, wenigen Sekunden oder Bruchteilen der Sekunde, völlig verdampft wird. Nur unter besonders

günstigen Umständen können Bruchstücke größerer Massen zur Erdoberfläche gelangen. Der wissenschaftliche Sprachgebrauch versteht unter Meteoren alle Erscheinungen dieser Art, ohne Rücksicht auf die Helligkeit, und unterscheidet nach letzterer Feuerkugeln und Sternschnuppen, während im volkstümlichen Sinne die Bezeichnung Meteor meist nur auf die großen Erscheinungen, die Feuerkugeln, angewendet wird.

Um eine richtige Vorstellung zu gewinnen von der Rolle, die die Meteore in unserem heutigen Weltbild spielen, ist ein kurzes Eingehen auf die Geschichte ihrer Erforschung unerlässlich. Noch vor 120 Jahren war man sich völlig im unklaren, welche Stellung man den Sternschnuppen und Feuerkugeln zuweisen sollte. Man hielt sie keiner weiteren Beachtung für würdig, stellte sie etwa auf eine Stufe mit dem Blitz und dachte wohl auch an die Entzündung brennbarer Gase in unserer Lufthülle, bis endlich im Jahre 1798 von *Brandes* und *Benzenberg* in Göttingen durch gleichzeitige Beobachtung aus verschiedenen Erdorten der Nachweis erbracht wurde, daß die Sternschnuppen bereits in Höhen aufzuleuchten pflegen, die man nach den damaligen Ansichten für luftleer hielt, daß sie sich mit außerordentlich großer Geschwindigkeit bewegen und somit höchstwahrscheinlich als selbständige Weltkörper zu betrachten seien. In den folgenden Jahrzehnten wurde zwar fleißig beobachtet, ohne daß indessen die Erkenntnis der Erscheinung in ihrer Gesamtheit wesentlich fortgeschritten wäre. Bahnbrechend wirkte erst der italienische Astronom *G. V. Schiaparelli*, der in seiner bekannten Abhandlung über die Sternschnuppen¹⁾ in der Hauptsache die heute noch geltenden Ansichten begründete, wenn auch in mancher Beziehung seine Ergebnisse als überholt betrachtet werden müssen. *Schiaparelli* wies vor allem nach, daß sich die Sternschnuppen zu Strömen vereinigt um die Sonne bewegen, daß sie also den Keplerschen Gesetzen ebenso gehorchen wie die Planeten und Kometen. Das Schulbeispiel dafür ist der bekannte Novemberstrom, wegen der Lage seines Strahlungspunktes im Sternbild des Löwen auch als Leonidenstrom bezeichnet, der alljährlich um den 13. November auftritt bzw. auftrat und alle 33 bis 34 Jahre, nämlich 1733, 1766, 1799, 1833 und 1866 glänzende Fälle lieferte, im Jahre 1899 aber ausblieb, wie sich später ergab, infolge der Störungen durch den Planeten Jupiter. Die Umlaufszeit konnte also hier dank dem Vorhandensein einer besonders dichten Stelle in dem Meteorring zuverlässig ermittelt werden. *Schiaparelli* zeigte ferner, wie die einzelnen Ströme unterschieden werden können, indem durch die Wirkung der Perspek-

tive ein scheinbares Ausstrahlen der Meteore von einem Punkte, dem sogenannten Strahlungspunkt oder Radiant, stattfindet, und wie man diesen zur Berechnung der Bahn im Sonnensystem benutzen kann, wenn man die wahre Geschwindigkeit der Meteore im Augenblick des Zusammenstreffens mit der Erde kennt. Bei den Leoniden ergab sich letztere ohne weiteres aus der Umlaufszeit, doch ist dies ein Ausnahmefall, da für keinen anderen Strom die Umlaufszeit durch unmittelbare Beobachtung gefunden werden konnte. *Schiaparelli* war deshalb genötigt, die Bahnen der Sternschnuppen als Parabeln zu betrachten, also die Exzentrizität gleich 1 zu setzen, ähnlich wie man dies bei der ersten Bahnbestimmung eines Kometen tut, und mit um so mehr Berechtigung, als sich gleichzeitig auch eine Beziehung der Sternschnuppen zu den Kometen ergab. Es wurde nämlich gerade für die beiden reichsten Meteorströme, die mehrfach genannten Leoniden und die August-Perseiden, gefunden, daß je ein Komet in der gleichen Bahn einhergeht wie der Meteorstrom. Für die Leoniden war es der Komet 1866 I, für die Perseiden der Komet 1862 III. Diese Erkenntnis schien ein ganz neues Licht über die kosmische Stellung der Sternschnuppen zu verbreiten, indem man diese als von den Kometen ausgestreute Massenteilchen, gewissermaßen als Zerfallsprodukte der Kometen glaubte ansehen zu dürfen, eine Annahme, welche eine außerordentlich starke Stütze durch das merkwürdige Schicksal des Kometen Biela erhielt. Dieses Gestirn, seit 1772 bekannt und in vielen Umläufen beobachtet, zerfiel um 1840 in zwei völlig getrennte Teile, die 1846 und 1852 noch mit zunehmendem Abstand beobachtet wurden. Seit dieser Zeit wird der Komet vermißt und konnte trotz eifrigen Suchens bis heute nicht wieder aufgefunden werden. Dagegen traten in der zweiten Novemberhälfte 1872 und um die gleiche Zeit 1885 außerordentlich reiche Sternschnuppenfälle auf, und es zeigte sich auch hier ein sehr nahes Zusammenfallen der Bahn des Meteorstroms mit der des Bielaschen Kometen. Damit war der Beweis erbracht, daß in der Tat Meteorströme durch den Zerfall von Kometen entstehen können, und eine Verallgemeinerung dieses Grundsatzes lag nur allzu nahe. Man verglich planmäßig die Bahnen von Meteorströmen und Kometen und fand auch eine große Anzahl wahrscheinlicher oder verdächtiger Fälle des Zusammenhangs beider Erscheinungsgruppen, so daß es wohl als berechtigt erschien, den letzteren als die Regel zu betrachten, womit auch der heute meist vertretene Standpunkt in dieser Frage gegeben ist.

Bei näherer Betrachtung der Sachlage müssen indessen doch schwerwiegende Zweifel an der allgemeinen Gültigkeit der Hypothese vom Zusammenhang der Sternschnuppen und Kometen entstehen. Vor allem gibt die außerordentlich große Zahl der Meteorströme zu einigen Bedenken Anlaß. Man geht wohl nicht fehl, wenn

1) *G. V. Schiaparelli*, Note e Riflessioni sulla teoria astronomica delle stelle cadenti; deutsche Ausgabe von *G. v. Boguslawski* unter dem Titel: Entwurf einer astronomischen Theorie der Sternschnuppen, Stettin 1871.

man annimmt, daß immer mindestens 50 verschiedene Strahlungspunkte gleichzeitig tätig sind, die freilich größtenteils infolge der sehr geringen Anzahl der von ihnen gelieferten Meteore nur durch langandauernde Beobachtungen nachgewiesen werden können. Berücksichtigt man, daß auch nur ein kleiner Teil der wirklich bestehenden Meteorströme die Erdbahn kreuzen wird, so kann deren wahre Zahl wohl auf viele Tausende angesetzt werden. Soll man sich alle diese aus Kometen entstanden denken? Zwar ist ja die Zahl der bisher beobachteten Kometen ebenfalls außerordentlich groß. Dabei muß aber stark bezweifelt werden, daß wirklich jeder Komet, der nur einmal zur Sonne kommt, auf seiner Bahn genügend Massenteilchen hinterläßt, um dadurch die Erscheinung eines noch so dünn gesäten Meteorstromes hervorzurufen. Die Erfahrungen darüber sind noch sehr spärlich. Findet jenes nicht statt, dann wird auch die Kometenhypothese unhaltbar, denn die Zahl der dem Sonnensystem angehörenden Kometen, die dauernd oder doch wenigstens für lange Zeit die gleiche Bahn beibehalten, ist doch recht gering. Und dann haben wir auch ein Beispiel dafür, daß bei einem bereits sehr lange bekannten Kometen die Verteilung der Sternschnuppen keineswegs über die ganze Bahn erfolgt ist, sondern sich im wesentlichen auf den dem Kometenkopf folgenden Raum beschränkt. In der Tat ist es kaum verständlich, wie ein Komet, der nur einmal zur Sonne kommt, einen viele Jahre hindurch gleichmäßig auftretenden Sternschnuppenstrom erzeugen könnte. — Die große Zahl der Meteorströme bildet indessen für die einwandfreie Nachweisung von Zusammenhängen der genannten Art auch noch ein anderes schweres Hindernis, denn ein zufälliges nahes Zusammenfallen einer Kometenbahn mit der Bahn eines Meteorstromes ist nur allzu leicht möglich, und die Tatsache, daß man wirklich eine größere Zahl jener Fälle aufgefunden haben will, erklärt sich vielleicht auf diese Weise, wobei noch berücksichtigt werden muß, daß auch die sichersten Radiantenbestimmungen immer noch um $2-3^\circ$ ungenau sind und auch in den Bahnelementen ein entsprechender, oft recht großer Spielraum bleibt. Es soll damit nicht die Möglichkeit eines Zusammenhangs überhaupt abgeleugnet werden, denn ein solcher ist in den obengenannten drei Fällen, die Perseiden, Leoniden und November-Andromediden betreffend, wohl einwandfrei nachgewiesen. Daneben aber erscheint mir nur das Beispiel des Halleyschen Kometen Beweiskraft zu besitzen. Der zugehörige Meteorstrom, dessen Bahn mit der des Kometen nahe übereinstimmt, ist im Mai zu beobachten und kommt aus der Gegend von η Aquarii. Lange Zeit war die Tätigkeit der η -Aquariden fast völlig erloschen, bis im Jahre 1911, also nachdem der Komet die betreffende Stelle der Bahn passiert hatte, eine ganz beträchtliche Steigerung der Meteorzahl

eintrat, ein Umstand, welchem sehr viel höheres Gewicht beizulegen ist, als dem bloßen Zusammenfallen der Bahnen⁴⁾. Alle übrigen Beispiele möchte ich zunächst als zweifelhaft und nicht beweiskräftig ansehen, so daß das „Kometendogma“, welches lange Zeit fast allgemein anerkannt war, heute doch als stark erschüttert gelten muß.

Ein in mancher Beziehung anderes Verhalten als die Sternschnuppen zeigen die größeren Erscheinungen, die Feuerkugeln. Allerdings ist es nicht möglich, beide Gruppen streng zu trennen, da viele Meteore von der Helligkeit der Sterne 1. Größe bis zu der des Jupiter und der Venus sowohl zur einen als zur anderen gezählt werden können. Das tut indessen hier nichts zur Sache. Vielmehr kommt es darauf an, ob zwischen beiden Gruppen ein grundsätzlicher Unterschied besteht, und über diese Frage ist keineswegs leicht zu entscheiden. Vor allem sind die Vorbedingungen für die auszuführenden Untersuchungen bei den Feuerkugeln ganz andere als bei den Sternschnuppen. Bei diesen wird man im wesentlichen auf Grund langdauernder planmäßiger Beobachtungen die Gesamtheit der Erscheinung betrachten und daraus seine Schlüsse ziehen müssen, während die Ergebnisse bezüglich einzelner Sternschnuppen, Höhen- und Geschwindigkeitsbestimmungen, Ableitung der Radianten, immer bescheidene Genauigkeitsgrenzen innehalten werden und nur bei größerer Zahl für weitere Schlußfolgerungen in Betracht kommen. Die Feuerkugeln dagegen sind als seltene, verstreut auftretende Erscheinungen einer planmäßigen Überwachung nicht zugänglich, so daß statistische Untersuchungen sehr erschwert sind. Dafür aber fallen die Einzelergebnisse um so sicherer aus, und auch die Fehlergrenzen lassen sich ermitteln, da für den gleichen Fall oft sehr zahlreiche Beobachtungen aus weiten Gebieten vorliegen. Auch bei den Feuerkugeln hat man in einigen Fällen das Bestehen von Strömen nachweisen können, und zwar dadurch, daß sich manche Tage immer wieder durch das Auftreten großer Erscheinungen aus nahe zusammenfallenden Strahlungspunkten auszeichneten. Als solche Feuerkugeltage können u. a. die Tage um den 5. Dezember gelten mit Strahlungspunkten in den Zwillingen. Derartige Feuerkugelradianten sind insbesondere durch die Arbeiten v. Nießls in ziemlich großer Zahl nachgewiesen, und es zeigte sich auffallend oft ein Zusammenfallen mit den Radianten bekannter Sternschnuppenströme, ein Umstand, der dafür zu sprechen scheint, daß sich Sternschnuppen und Feuerkugeln nur in bezug auf die Masse unterscheiden, daß ihnen im übrigen aber die gleiche kosmische Stellung zukommt. Ob dies der Fall ist oder nicht, dies ist eine Frage von grundsätzlicher Wichtigkeit, deren Lösung eine der vor-

⁴⁾ C. Hoffmeister, Endgültige Vergleichung der Bahnelemente der Mai-Aquariden und des Halleyschen Kometen, Astron. Nachrichten 4698.

nehmlichsten Aufgaben der heutigen Meteorforschung darstellt. — Bei dem nahen Zusammenreffen von Sternschnuppen- und Feuerkugelradianten liegen die Verhältnisse ähnlich, wie oben bei den Kometenbahnen ausgeführt worden ist. Meist wird den betreffenden Untersuchungen der Denningsche General Catalogue of the Radiant Points of Meteoric Showers¹⁾ zugrunde gelegt, eine wertvolle Sammlung aller bis dahin vorliegenden Radiantennachweisungen, größtenteils auf Grund eigener Beobachtungen Dennings. Nun enthält aber dieser Katalog so viele Orte von Strahlungspunkten, daß kaum eine Stelle des Himmels längere Zeit davon frei bleibt. Auch unterliegt es gar keinem Zweifel, daß in Dennings Verzeichnis viele sogenannte „Pseudoradianten“ eingegangen sind, Strahlungspunkte, die nur durch ein zufälliges Zusammenlaufen mehrerer Bahnverlängerungen an der gleichen Stelle des Himmels vorgetäuscht werden, in Wirklichkeit aber gar nicht bestehen. Auch fehlt es an einer kritischen Durcharbeitung der Beobachtungsergebnisse, denn die Art, wie Denning dabei verfahren ist, die Zusammenstellung der Gruppen ohne Rücksicht auf die Knotenlängen, gibt doch zu recht schweren Bedenken Anlaß. Wie leicht unter diesen Umständen ein zufälliges Zusammenfallen von Sternschnuppen- und Feuerkugelradianten stattfinden kann, bedarf keiner weiteren Erörterung, und gebieterisch erhebt sich die Forderung nach einem neuen Verzeichnis der Strahlungspunkte, in welchem auf Grund sorgsamer Untersuchungen bei jedem einzelnen Falle das Für und Wider des wirklichen Bestehens eines Stromes abzuwägen wäre. Ohne eine solche Grundlage ist an wesentliche Fortschritte hinsichtlich der behandelten Fragen kaum zu denken. Wir sehen also, daß auch dem Zusammenfallen der Radianten keine unbedingte Beweiskraft zukommt, und es muß dabei auch festgestellt werden, daß die großen kometarischen Meteorströme wohl zahlreiche helle Sternschnuppen, noch nie aber eine von Donner begleitete große Feuerkugel, geschweige denn einen Meteoritenfall geliefert haben, ein Umstand, der darauf hinweist, daß zum mindesten zwischen Feuerkugeln und Kometen keine Beziehungen anzunehmen sind.

Hiermit gelangen wir nunmehr zum Kernpunkt der ganzen Angelegenheit: dem *Geschwindigkeitsproblem*, denn die Geschwindigkeit gibt uns Aufschluß über die Art des Kegelschnitts, den der betreffende Weltkörper durchläuft. Bezüglich der Sternschnuppen deckt sich unser heutiger Standpunkt nahezu mit dem *Schiaparellis*, d. h. wir sind auch heute noch nicht viel weiter fortgeschritten, als es vor 50 Jahren der Fall war. Es ist in der Tat außerordentlich schwer, die Geschwindigkeit der Sternschnuppen zuverlässig zu bestimmen. Der Fall der Leoniden, daß eine besonders dichte Anhäufung der Meteore

an einer Stelle der Bahn die Ermittlung der Umlaufzeit ermöglichte, ist vereinzelt geblieben, und der eigentlich gegebene Weg, die Ableitung der Geschwindigkeit aus gleichzeitigen Beobachtungen an verschiedenen Erdorten in Verbindung mit Abschätzungen der Dauer, welcher bei den Feuerkugeln zu schönen Erfolgen geführt hat, wird wegen des starken Einflusses systematischer Beobachtungsfehler ungangbar. Wie schon oben angeführt wurde, ist man deshalb gezwungen, die Bahnen fast aller Sternschnuppenströme als Parabeln zu betrachten, d. h. die Exzentrizität willkürlich = 1 zu setzen. Die Geschwindigkeit, die den Meteoren bei der Begegnung mit der Erde zukommt, wird dann gleich dem $\sqrt{2} = 1,414$ -fachen der Erdgeschwindigkeit. Da diese im Mittel 29,6 km/sec beträgt, wäre für die Meteore 41,8 km/sec für die Entfernung 1 von der Sonne, gleich dem mittleren Erdbestand, anzunehmen. Wir sind dadurch in den Stand gesetzt, aus der Geschwindigkeitsbestimmung sofort auf die Bahnform zu schließen, denn alle kleineren Werte geben Ellipsen, alle größeren Hyperbeln. Bekanntlich bewegen sich die weit aus meisten Kometen in Bahnen, die von der Parabel nur wenig abweichen. Hyperbolische Kometenbahnen zumal sind äußerst selten, und wo man mit einiger Wahrscheinlichkeit auf solche geschlossen hat, überschreitet die Exzentrizität den Betrag 1 erst in der 4. oder 5. Dezimalstelle. In allen diesen Fällen besteht außerdem die Möglichkeit, daß die hyperbolische Eigenschaft der Bahn erst unter dem Einfluß der Störungen durch die großen Planeten zustande gekommen ist. Unter der Voraussetzung des Zusammenhangs von Kometen und Sternschnuppenströmen war man also sehr wohl berechtigt, die Bahnen der letzteren als Parabeln zu betrachten. Wie aber verhält es sich, wenn der Zusammenhang als allgemein gültige Regel *nicht* besteht? Dann verliert offenbar jene willkürliche Festsetzung der Exzentrizität jede Berechtigung! Von entscheidender Wichtigkeit wäre es deshalb, wenn es gelänge, für die Geschwindigkeit der Sternschnuppen zuverlässige Werte zu erhalten. Damit wäre sofort die Frage des Zusammenhangs mit den Kometen geklärt, die Beziehungen zu den Feuerkugeln würden sicherer als bisher erkennbar werden, und auch für kosmogonische Fragen läßt sich die große Bedeutung dieses Problems nicht bestreiten. Natürlich hat es nicht an Versuchen zur Lösung dieses Rätsels gefehlt. Die gewöhnliche Art der Bestimmung durch gleichzeitige Beobachtung von verschiedenen Orten aus hat zu keinem brauchbaren Ergebnis geführt wegen der großen Schwierigkeiten in der richtigen Bemessung der Bahnlangen und der Abschätzung der Dauer, die meist nur Bruchteile der Sekunde beträgt. Auffällig ist, daß Beobachtungen dieser Art nicht selten hyperbolische Geschwindigkeiten ergeben. Ich habe vor einigen Jahren versucht, auf einem anderen Wege zum

¹⁾ Memoirs of the Royal Astronomical Society, Vol. 53, London 1899.

Ziel zu gelangen¹⁾. Kennt man nämlich die mittlere Endhöhe der Meteore eines Stromes, so kann man aus einer größeren Zahl von Beobachtungen die mittlere Entfernung der Körper vom Beobachtungsort sowie die mittlere Bahnlänge und daraus mit Hilfe der Dauerschätzungen die Geschwindigkeit bestimmen. Für den Lyridenstrom ergaben sich auf diese Weise ganz übertrieben hohe Werte; auch für die kometarischen Perseiden wurde eine gestreckte Hyperbel als kosmische Bahn gefunden, so daß die Ergebnisse als durch systematische Fehler entstellt angesehen werden mußten, vornehmlich durch die zu große Annahme der scheinbaren Bahnlängen in Verbindung mit Unterschätzungen der Dauer. Doch kann man auf diese Weise das *Verhältnis* der Geschwindigkeit zweier Ströme ermitteln, wenn man annehmen darf, daß die Fehler bei verschiedenen Meteorströmen nahezu den gleichen Betrag erreichen. Ist der eine der Ströme kometarischer Natur, also seine Geschwindigkeit aus der Umlaufzeit bekannt, so kann immerhin mit einiger Sicherheit auch auf die Geschwindigkeit des anderen Stromes geschlossen werden. Es war mir leider bisher nicht möglich, diese Angelegenheit weiter zu verfolgen. Der im Jahre 1914 mit den Perseiden und Lyriden ausgeführte Versuch machte es aber immerhin einigermaßen wahrscheinlich, daß die Bahn der Lyriden tatsächlich eine Hyperbel ist.

Einen wirklich sicheren Weg zur Bestimmung der Geschwindigkeit einzelner Sternschnuppen bietet die Photographie. Zwei lichtstarke gleichartige Instrumente mit großem Gesichtsfeld werden im Abstand von einigen Kilometern aufgestellt, auf die gleiche Himmelsgegend gerichtet und der täglichen Drehung des Himmels durch Uhrwerke nachgeführt. Bei dem einen Instrument wird vor dem Objektiv ein rotierendes Flügelrad angebracht, durch dessen Drehung etwa nach jeder Viertelsekunde eine kurze Unterbrechung der Aufnahme stattfindet. Auf dieser Platte zeigt dann die Spur der Meteore jene Zeitmarken als kurze Lücken, so daß die Winkelbewegung in jeder Viertelsekunde genau ausgemessen werden kann. Die Aufnahme des anderen Instruments dient lediglich dazu, die Bestimmung des Radianten aus der linearen Entfernung der Meteore zu ermöglichen, woraus weiter ein sicherer Wert für die Geschwindigkeit unabhängig von allen Beobachtungsfehlern gefolgert werden kann. Es ist mir nicht bekannt, daß bereits Versuche dieser Art angestellt worden wären. Auch bietet die praktische Durchführung mancherlei Schwierigkeiten, und das Gelingen ist von vielen Zufälligkeiten abhängig. Mit Rücksicht auf die große Bedeutung der Frage nicht nur für die Meteorastronomie, sondern für unsere Kenntnis

vom Bau des Weltalls überhaupt wäre es aber doch zu begrüßen, wenn sich ein mit entsprechenden Mitteln ausgestattetes Institut entschließen würde, der Ausführung von Versuchen näherzutreten.

Weit günstiger als bei den Sternschnuppen liegen die Verhältnisse bezüglich der Feuerkugeln, denn die Länge der Bahnen, bis zu 1000 und mehr Kilometer betragend, und die Größe der Zeitdauer drücken hier die Einflüsse etwaiger Beobachtungsfehler so stark herab, daß die Geschwindigkeit meist recht zuverlässig bestimmt werden kann. Es bedarf hierzu noch einiger Erläuterungen, die sowohl für Sternschnuppen als Feuerkugeln gelten. Man wird selbstverständlich niemals die wahre Geschwindigkeit des Meteors, mit der sich dieses in seiner kosmischen Bahn bewegt, die sogenannte heliozentrische Geschwindigkeit, unmittelbar aus den Beobachtungen erhalten, vielmehr zunächst den durch die Bewegung der Erde beeinflussten „geozentrischen“ Wert, welcher von jenem je nach der Lage des Strahlungspunktes zum Zielpunkt der Erdbewegung, mit anderen Worten, je nachdem, ob das Meteor der Erde entgegenkommt oder sie von rückwärts einholt, sehr stark abweichen kann. Der Einfluß der Erdschwerkraft dagegen ist ganz gering und wird ebenfalls rechnerisch berücksichtigt. Bei großen Feuerkugeln, insbesondere solchen mit sehr langer Bahn, spielt indessen der Luftwiderstand eine wesentliche Rolle, ohne daß es bisher gelungen wäre, dafür ein allgemein anwendbares Gesetz aufzustellen. Man wird die Art der Geschwindigkeitsabnahme daher von Fall zu Fall untersuchen müssen. Wie die folgenden Beispiele zeigen, ist dieselbe in den höher gelegenen Teilen der Bahn gering und gleichmäßig, erreicht dann erst nicht lange vor dem Erlöschen des Meteors größere Beträge, bis endlich im Hemmungspunkt die immer noch sehr hohe Restgeschwindigkeit fast augenblicklich vernichtet wird, gleichsam, als ob das Meteor auf ein festes Hindernis stieße. Meist ist dieser Vorgang mit starkem Aufleuchten und explosionsartigen Erscheinungen verbunden, wobei die noch übrigen Massenteile fast stets der völligen Auflösung verfallen. So ergab sich für die Feuerkugel vom 28. April 1910

aus 5 Bahnstrecken zwischen 550 und 253 km Länge, in 186,9 km Höhe beginnend, die geozentrische Geschwindigkeit $v = 77,3 \pm 8,9$ km/sec,

aus 3 Bahnstrecken zwischen 101 und 92,5 km Länge, in 61,1 km Höhe beginnend, $v = 47,1 \pm 10,4$ km/sec.

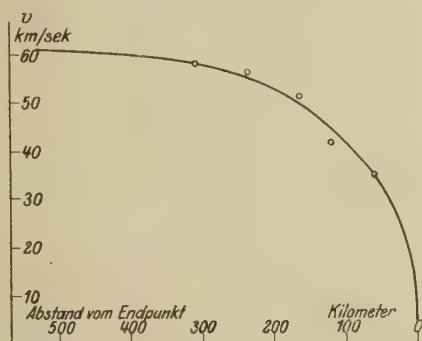
Die Verschiedenheit der aus den einzelnen Beobachtungen gefolgerten Bahnlängen rührt stets daher, daß viele Beobachter das Meteor erst einige Zeit nach dem Aufleuchten bemerken. Man darf also auch die Dauerschätzungen niemals ohne weiteres auf die ganze Bahn beziehen. Die heliozentrische Geschwindigkeit betrug im oben angezogenen Falle 68,2 km/sec. Ein anderes

¹⁾ C. Hoffmeister, Ein Versuch zur Bestimmung der Bahn des Lyridenstromes ohne Voraussetzung bekannter Exzentrizität oder Umlaufzeit. Astronomische Nachrichten 4789.

Beispiel konnte ich erst kürzlich untersuchen. Es betrifft die große Feuerkugel vom 3. September 1916 mit 588 km Bahnlänge. Die Beobachtungen ermöglichten hierbei, die Geschwindigkeit für einzelne Punkte der Bahn in verschiedenen Abständen vom Endpunkt recht sicher zu bestimmen, wie die folgende Zusammenstellung der Ergebnisse dies zeigt:

Abstand vom Endpunkt	Zahl der Beob.	Geschwindigkeit	mittlere Fehler
305,5 km	6	57,0 km/sec	$\pm 7,6$
238,9 „	6	55,6 „	$\pm 6,2$
168,8 „	5	50,4 „	$\pm 5,6$
123,3 „	5	41,5 „	$\pm 5,0$
66,3 „	3	34,8 „	$\pm 7,1$

Eine bildliche Darstellung der Geschwindigkeitskurve ist nebenstehend wiedergegeben und läßt erkennen, daß der vom Luftwiderstand nicht beeinflusste Wert etwa bei 61,5 km/sec gelegen hat. Die heliozentrische Geschwindigkeit betrug 56,25 km/sec.



Als Beispiel dafür, wie infolge der Hemmung durch die Luft gelegentlich gänzlich entstellte Ergebnisse erzielt werden können, sei noch das große Meteor vom 18. Februar 1912 erwähnt, welches am hellen Tage bei Sonnenschein über Thüringen hinwegzog und infolgedessen erst wahrgenommen wurde, als es schon tief herabgestiegen war. Die Nachweisung bezieht sich nur auf ein 61 km langes Bahnstück zwischen 47 und 24 km Höhe, welches mit einer Geschwindigkeit von 15,7 km/sec durchlaufen wurde. Der zugehörige heliozentrische Wert ist, allen Erfahrungen widersprechend, 32 km/sec. Wäre die Feuerkugel nachts erschienen und schon früher wahrgenommen worden, so hätte sich höchstwahrscheinlich auch eine viel größere Geschwindigkeit ergeben. Es sei bemerkt, daß ich hier nur einige Ergebnisse eigener Herkunft angeführt habe, daß jedoch ähnliche Erfahrungen auch von anderer Seite, insbesondere Herrn Regierungsrat v. Nießl in Wien, vielfach gemacht worden sind.

Wie schon die Beispiele vom 28. April 1910 und 3. September 1916 zeigten, liegen die gefundenen heliozentrischen Geschwindigkeiten ganz erheblich über dem parabolischen Grenzwert von 42 km/sec. Die kosmischen Bahnen der beiden Feuerkugeln sind demnach ausgeprägt hyperbolisch gewesen, und die Erfahrung hat gelehrt,

daß dies bei großen Feuerkugeln überhaupt die Regel ist. Für unsere beiden Fälle ergaben sich die Exzentrizitäten 2,377 und 1,908, also sehr gestreckte Hyperbeln, und ähnliche Werte fand man überall, wo man hoffen konnte, die Geschwindigkeit einigermaßen frei von störenden Einflüssen erhalten zu haben. Dies ist ein völlig gesichertes, sehr wichtiges Ergebnis, welches jeden Zusammenhang mit den Kometen ausschließt. Die Feuerkugeln können demnach weder unserem Sonnensystem ihren Ursprung verdanken, noch ihm dauernd angehören, kommen vielmehr mit großer Eigengeschwindigkeit aus der Sternwelt zu uns. Im Anschluß daran möge noch erwähnt werden, daß es v. Nießl gelungen ist, das Bestehen eines außerordentlich breiten, interstellaren Feuerkugelstromes nachzuweisen, dessen Körper der Erde vom Mai bis in den September begegnen können. Die scheinbaren Radianten liegen meist im Skorpion. Im übrigen aber können die Bahnen im Sonnensystem sehr verschiedene Gestalt annehmen, je nach der Knotenlänge, in welcher das Zusammentreffen mit der Erde erfolgt. Nur der hyperbolische Charakter der Bahnen bleibt erhalten, und ferner sind die Asymptoten der zur Sonne führenden Hyperbeläste untereinander streng parallel. Das letzte Ziel der Berechnung eines solchen Falles muß dann eben die Ermittlung jenes durch die Richtung der Asymptote bestimmten „kosmischen Ausgangspunktes“ sein, der allein über die Zugehörigkeit eines Meteors zu einem derartigen Strome zu entscheiden gestattet.

Sind wir somit über die kosmische Stellung der Feuerkugeln zu einiger Klarheit gelangt, indem wir sie als Weltkörper kennen lernten, deren Ursprung außerhalb unseres engeren Systems in den Fernen der Fixsternwelt zu suchen ist, so bestehen bei den Sternschnuppen noch sehr wesentliche Zweifel. Es wurde oben gezeigt, daß der ursächliche Zusammenhang mit den Kometen in einigen Fällen als sichergestellt betrachtet werden muß, daß die allgemeine Gültigkeit dieser Regel indessen sehr unwahrscheinlich ist, ferner, daß die Feuerkugeln mit den Kometen sicher nichts gemein haben, daß also auch keine Beziehung zwischen jenen und den kometarischen Sternschnuppen bestehen kann. Könnte es demnach den Anschein haben, daß tatsächlich Sternschnuppen und Feuerkugeln streng getrennte Erscheinungsgruppen sind, so muß doch andererseits auch dies wieder sehr in Zweifel gezogen werden. Sieht man ganz ab von dem häufigen Zusammenfallen der Radianten von Sternschnuppenströmen mit solchen von hyperbolischen Feuerkugeln sowie den gelegentlich aus Sternschnuppenbeobachtungen gefolgerten hyperbolischen Geschwindigkeiten, so ist doch noch folgendes zu berücksichtigen: Daß die kometarischen Ströme keine Feuerkugeln führen, ist leicht erklärlich, wenn man für die von den Kometen ausgestreuten Massenteilchen eine niedrig gestellte obere Gewichts-

grenze annimmt. Recht unwahrscheinlich und allen Erfahrungen widersprechend aber wäre es, wollte man für die aus der Sternenwelt zu uns kommenden Meteore eine *untere* Grenze festsetzen. So führt uns diese Erwägung darauf,

daß es neben den wohl in der Minderzahl befindlichen kometarischen Sternschnuppen noch solche interstellaren Ursprungs gibt, die in hyperbolischen Bahnen einherziehen, daß also die Erscheinungen, die wir unter der Bezeichnung Sternschnuppen zusammenfassen, zwar rein physikalisch gleichartig sind, ihrer kosmischen Stellung nach aber doch sehr wesentliche Unterschiede aufweisen.

Dies mag als das hauptsächlichste Ergebnis der vorstehenden Betrachtungen angesehen werden. Den Beweis müssen die Beobachtungen erbringen.

Es lag vor allem in meiner Absicht, durch die Darstellung der vielen noch offenen Fragen, die sich an die Meteorerscheinungen knüpfen und welche für die Gestaltung unseres Weltbildes von hoher, noch vielfach unterschätzter Bedeutung sind, darauf hinzuwirken, daß diesen Vorgängen in weiteren Kreisen eine erhöhte Beachtung zuteil wird. Dies gilt besonders bezüglich der Feuerkugeln. Es liegt in der Art des Auftretens dieser Erscheinungen, daß der Rechner bei deren Bearbeitung sich niemals allein auf die wenigen zufälligen Beobachtungen der Fachgenossen stützen kann, vielmehr auf die Mitarbeit weitester Kreise der Bevölkerung angewiesen ist. Jeder glückliche Beobachter eines großen Meteors sollte es deshalb als seine Pflicht betrachten, seine Wahrnehmungen in entsprechender Form einer Sternwarte oder sonst dafür in Betracht kommenden Stelle mitzuteilen. Auch unsere naturwissenschaftlichen Gesellschaften und Vereine bringen diesem dankbaren Arbeitsgebiet noch viel zu wenig Beachtung entgegen und könnten doch außerordentlich fördernd wirken, indem sie ihre Mitglieder zur Sammlung derartiger Beobachtungen anhielten. Es kommt hinzu, daß zur Anstellung der nötigen Ermittlungen weder Fachkenntnisse noch Instrumente erforderlich sind. Ich hoffe, in einem zweiten Aufsatz demnächst die dabei zu beachtenden Regeln in leicht verständlicher Form mitteilen zu können.

Besprechungen.

Wegener, A., Wind- und Wasserhosen in Europa. Die Wissenschaft. Sammlung von Einzeldarstellungen aus den Gebieten der Naturwissenschaft und der Technik. Band 60. XI, 301 S. und 185 Abbildungen. Preis geh. M. 12,—, geb. M. 13.60.

Das vorliegende Werk stellt eine historisch-kritische Studie der bisherigen Literatur über Wind- und Wasserhosen in Europa dar. Unwillkürlich greift der Meteorologe zuerst nach den Schlußkapiteln, welche die *Theorie* der Wind- und Wasserhosen (Tromben) enthalten. *Wegener* entscheidet sich für eine *mechanische* Erklärung der interessanten Phänomene, während man früher eine *thermodynamische* Deutung bevorzugt hat.

Daß die erstere schon völlig befriedigen würde, stellt auch *Wegener* in Abrede. Nach dieser kleinen Enttäuschung in theoretischer Hinsicht war es mir eine große Freude, dem Verfasser bei der Sichtung des gewaltigen Materials zu folgen, die meines Erachtens das Hauptverdienst des Buches darstellt. Eine Fülle interessanter Beobachtungen, vielfach angestellt von weniger fachmännisch geschulten Leuten, war auf das *Wesentliche* zu bearbeiten; wie objektiv das geschehen ist, konnte ich besonders beurteilen, weil ich die persönliche Stellung des Verfassers vorweg gelesen hatte. Die abgedruckten Beschreibungen, welche das Phänomen der Wind- und Wasserhosen in den letzten 3—400 Jahren gefunden hat, sind auch für den Nichtfachmann äußerst anregend zu lesen; man sieht an ihnen die fortschreitende Verbesserung der Beobachtung und erlebt damit ein Stück Menschheitsgeschichte, die immer sachlicher, leider damit auch nüchterner, derartig außergewöhnlichen Erscheinungen gegenübertritt.

Das Buch bringt nach einer Definition der Wind- und Wasserhosen elf ausgewählte Originalbeschreibungen, die erste aus dem Jahre 1535. Nach einem Verzeichnis der benutzten Trombenbeschreibungen wird die Statistik derselben behandelt. Das fünfte Kapitel ist der Witterung in der Umgebung der Trombe gewidmet, das sechste der Bildung und Auflösung derselben. Es folgen Angaben über mehrfache Tromben, Teilung und Vereinigung derselben, dann werden die Spuren besprochen, welche sie hinterlassen. Im neunten Kapitel wird der Nachweis der Rotation, im zehnten der Luftverdünnung im Innern einer Trombe geführt. Damit sind die Grundlagen für den Bau des Trombenwirbels gegeben, sowie für die Erklärung des merkwürdigsten Teiles eines solchen: des Fußes. Nach der Erledigung der Geräusch-, Geruch- und elektrischen Wirkung einer Trombe wird ihre Schadenwirkung dargelegt. Den Beschluß bildet, wie erwähnt, die Entwicklung der Ansichten über die Entstehung der Wind- und Wasserhosen. Unwillkürlich beneidet man den Verfasser, der, obwohl selbst mit Kriegsaufgaben in Anspruch genommen, noch Zeit und Muße gefunden hat, eine so große wissenschaftliche Arbeit in Angriff zu nehmen, und dankt mit dem Verfasser dem Verlage, welcher die jetzt so schwierige Drucklegung in der gewohnten Güte durchgeführt hat.

Das Buch ist „dem Forscher und Menschen W. Köppen in Verehrung gewidmet und zu seinem 70. Geburtstage überreicht“; wir beglückwünschen denselben zu einer solchen Festgabe.

A. Schmauß, München.

Exner, F. M., Dynamische Meteorologie. Leipzig, B. G. Teubner, 1917. IV, 308 S. und 68 Figuren. Preis geh. M. 15,—, geb. M. 16.50.

Die theoretische Meteorologie hat in den letzten 10 Jahren eine stattliche Zahl von Bearbeitungen erfahren, die sich alle ausgezeichnet *ergänzen*. Obenan steht die 3. Auflage des Lehrbuches der Meteorologie von *J. von Hann*, das auch für den Theoretiker das Kompendium darstellt. Von einem universellen Standpunkt aus behandelte *R. Emden* in seinen „Gaskugeln“ die Meteorologie, indem er ihre Erfahrungen als Anwendung der *Gasgesetze* entwickelte. *A. Wegener* studierte in seiner „Thermodynamik der Atmosphäre“ vor allem die Wärmeumsetzungen in der Atmosphäre und die sich daraus ergebenden Erscheinungen, vor allem die Wolkenbildungen. *V. Bjerknes* ging in seiner „Dynamischen Meteorologie und Hydrographie“ an das kinematische Studium der atmosphärischen Bewegun-

gen. Als Abschluß kann *Exners* Werk bezeichnet werden. Während *Bjerknes* die Druckverteilung in der Horizontalebene oben an stellte und sich zur exakten Darstellung des Gravitationsfeldes eine besondere Art des Ausdruckes geschaffen hat, schließt *Exner* an die Arbeiten von *Margules* an, welcher nachwies, daß die in den Wetterkarten erscheinenden Druckunterschiede zumeist gar nicht die eigentlichen Bewegungskräfte der Atmosphäre darstellen, sondern daß die „Energie der Stürme“ Temperaturdifferenzen größerer vertikaler Luftmassen entstammt.

Das Buch ist aus Vorlesungen entstanden: man ersieht das an dem konsequenten Aufbau, der auch dort, wo schwierige mathematische Überlegungen anzustellen sind, äußerst verständlich ist; man sieht es auch daraus, daß nicht ein starres Lehrgebäude der Luftströmungen hingestellt ist, sondern überall *anregende* Gedanken eingeflochten sind, die bereits manchen Schüler beschäftigen, sicher manche Arbeiten nach dem Kriege veranlassen werden. Das gilt insbesondere vom zweiten Teile des Buches, in welchem die noch umstrittenen Theorien des allgemeinen Kreislaufes der Atmosphäre und die Zyklonentheorie behandelt sind.

Im einzelnen auf den Inhalt des Buches einzugehen, ist natürlich an dieser Stelle nicht möglich. Nach der Ableitung der Gasgesetze werden die allgemeinen dynamischen und hydrodynamischen Gleichungen entwickelt. Es folgt die Statik der Atmosphäre und die vertikale Temperaturverteilung im Ruhezustand; anschließend die Kinematik und allgemeine Dynamik der Luftströmungen. In der Bearbeitung der Energie der Luftbewegungen hat sich der Verfasser vor allem die Aufgabe gestellt, die Arbeiten von *Margules* bekannt — und genießbar — zu machen.

Aus dem zweiten Teile des Buches, dessen Inhalt oben kurz angegeben wurde, sei noch besonders die synoptische Darstellung der unperiodischen und periodischen Veränderungen in der Atmosphäre hervorgehoben, insbesondere die Erklärung der Doppelschwankung des Luftdruckes nach *Margules*. Das Buch ist *J. von Hann* in Verehrung und Dankbarkeit gewidmet und in seiner ganz natürlichen Berücksichtigung der österreichischen Arbeiten ein Dokument der hohen Wiener Meteorologenschule, aus der auch *Exner* hervorgegangen ist, der vor kurzem als Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik dorthin zurückkehrte.

A. Schmauß, München.

Schwarzschild, K., Über das System der Fixsterne.

Aus populären Vorträgen. Naturw. Vorträge und Schriften, herausgegeben von der Berliner Urania. 2. Aufl. Leipzig, B. G. Teubner, 1916. Preis M. 1,20.

Die Broschüre enthält 4 Vorträge, die *Schwarzschild* bei verschiedenen Gelegenheiten gehalten hat. *Schwarzschild* besaß eine ungewöhnliche Veranlagung, auch in populärsten Darstellungen streng zu bleiben, zugleich verfügte er über einen so eleganten und geistvollen Stil, wie man ihn sonst bei uns unter Naturwissenschaftlern kaum findet. Darum ist die Lektüre dieser Vorträge nicht allein für die Fachgenossen, sondern auch für alle naturwissenschaftlich Interessierten ein großer Genuß. Daß bei der außerordentlich raschen Entwicklung der modernen Stellarastronomie einige Punkte der Darstellung mit den neuesten Auffassungen nicht ganz im Einklang stehen, beeinträchtigt den Wert des Büchleins nicht. Die Vorträge liegen eben alle etwa 10 Jahre zurück.

E. Freundlich, Berlin-Neubabelsberg.

Geographische Mitteilungen.

Die Erdbeben in Bulgarien. Eine Bearbeitung über die monatliche Häufigkeit der Erdbeben in Bulgarien liefert *K. Kassner* im Maiheft von *Petermanns Mitteilungen*. Die Hauptbebenzeit sind die Monate Februar bis Juli, besonders aber der Mai, auf den im Mittel von 21 Jahren (1892—1912) 5,1 Erdbeben entfallen, während das Minimum mit 3,9 auf den September entfällt. Besonders reich an Beben waren die Jahre 1904—1906. Während im Durchschnitt 52,8 Erdbeben jährlich vorkommen, entfielen auf diese 3 Jahre 213, 118 und 109 Beben. Am 4. April 1904 begann eine Periode starker Erderschütterungen, die in Südwestbulgarien, Mazedonien und Südserbien schwere Zerstörungen anrichtete und bis zum Juni 1905 andauerte. Von April bis Juli 1904 verlief fast kein Tag ohne Beben. Seitdem der Meldedienst gut funktioniert, kommt es nur selten vor, daß ein Monat vergeht, an dem kein Erdbeben notiert wird.

Ergebnisse der Volkszählung in Dänemark 1916.

Die Zählung ergab nach „Statistiske Efterretninger“, 8, Nr. 3, am 1. Februar 1916 2 919 796 Einwohner, also seit 1911 einen Zuwachs von 162 720. Mehr als ein Fünftel der gesamten Bevölkerung konzentriert sich in Kopenhagen (605 149); auf die übrigen 74 Städte entfallen 603 631 und auf das Land 1 711 016 Einwohner. Auf Kopenhagen folgen der Kopffzahl nach Aarhus (65 809), Odense (44 821) und Aalborg (38 126). Die von England als Einfallstor ausersehene Hafenstadt Esbjerg, an deren Stelle vor 50 Jahren nur 2 Häuser standen, ist heute mit 18 918 Bewohnern die neunte Stadt des Königreichs. Bemerkenswert ist, daß im Winter 1915/16 viele polnische und galizische Arbeiter zugewandert sind, während zahlreiche, den kriegführenden Mächten angehörige Fremde seit 1914 das Land verlassen haben.

Forschungsreisen in Nord-Uganda.

Der zwischen Bahr el-Gebel und Rudolf-See gelegene Teil Ugandas im Norden von 2° Nord war bisher fast nur durch die Reisen von Suaheli-Elfenbeinhändlern bekannt, und die Aufmerksamkeit der britischen Regierung wurde erst 1913 durch einen umfangreichen Waffenschmuggel aus Abessinien auf dieses abgelegene Gebiet gelenkt. Seitdem ist das Land von mehreren Militärabteilungen durchzogen und genauer kartiert worden, so daß Capt. R. H. Leake eine Beschreibung der Gegend mit einer Karte im Maßstab 1 : 750 000 veröffentlichen konnte. (Geographical Journal, März 1917.) Vom Nil aus steigt eine wellige Hochfläche allmählich nach Osten bis zur Wasserscheide, von der ein steiler Abfall zu der Turkana-Ebene führt, die sich ostwärts bis zum Rudolf-See ausdehnt. Der höchste Punkt dieser Wasserscheide ist der 2500 m hohe Morongole, der südlich der Kidepoquelle auf 34° Ost gelegen ist und die benachbarte Ebene um 600 m überragt. Das gut bewässerte und ausreichend bekannte Gebiet des Acholi-Stammes reicht östlich über den Assuafluß hinaus bis in die Nähe der Lohorberge, die reich an Eisenerzen sind, und denen daher eine besondere Anziehungskraft auf die furchtbaren, besonders häufigen Gewitter zugeschoben wird. Die hier wohnenden Stämme der Tabur und Nakwai sind die besten Eisenschmiede und Speerfabrikanten des Landes. Der im Süden des Lohor auf den Karten figurierende Kirkpatrick-See ist in Wahrheit ein langer, flacher, nur in der Regenzeit Wasser enthaltender Sumpf, der einen der Quellsümpfe des Assuaflusses bildet. Die Grenze zwischen Uganda und dem englischen

Sudan verläuft hier in etwa 4° Nord, und bereits jenseits derselben liegt der Egadangberg, auf dessen Höhen der primitive, nur mit Pfeil und Bogen bewaffnete Stamm der Dongotono sesshaft ist. Diese sind eifrige Ackerbauer; der Boden ist so fruchtbar, daß die Expedition hier in einem Jahr 1000 Sack Getreide kaufen konnte. Die Ebene des Kidepflusses, östlich des Egadang ist überaus reich an allen Arten von jagdbarem Wild, wie Elefant, Rhinoceros, Löwe, Leopard, Büffel, Giraffe, Gazelle, Wasserbock, Buschbock, Harthebest, Elen-Antilope, Rotantilope und zahlreichen anderen Spielarten von Antilopen. Die Dongotono sind verwandt mit den weiter westlich, am Nordabhang des Agoroberges wohnenden Immatong, die noch niemals von einem Weißen besucht worden sind. Die höchsten Berge von Nord-Uganda sind der etwas südlich von 2° Nord gelegene Debasian und der etwa ebenso weit nördlich des gleichen Breitengrades auf nahezu demselben Meridian liegende Maroto. Beide sind mehr als 3000 m hoch. Der nördlich davon entspringende Tarash fließt am Westabhang der Moruasokar-, Longolechom- und Pelegech-Berge nach Norden, verläßt das Gebirge als ein 100 m breiter Strom, verteilt sich aber bald in verschiedene Arme und bildet in der Regenzeit unter 4° Nord den Lojomsumpf. Nach starken Regenfällen soll sein Wasser zeitweilig den Rudolfsee erreichen. Von allen vorhandenen Flüssen führen überhaupt nur die dem Bahr el-Gebel zufließenden, Assua, Agaga und Arenga beständig Wasser. Das Kartenbild von Nord-Uganda hat durch die Arbeiten der britischen Militärexpeditionen eine beträchtliche Umgestaltung erfahren.

Kohle-Vorkommen auf der Bären-Insel. Der im Lauf des Krieges für die neutralen Staaten unerträglich gewordene Kohlenmangel hat nach norwegischen Zeitungsberichten zu einer Ausbeutung der zwar bekannten, aber bisher nicht als abbauwürdig betrachteten Kohle-Vorkommen auf der, halbwegs zwischen dem Nordkap und Spitzbergen gelegenen Bären-Insel geführt. Dabei hat sich gezeigt, daß die Ausdehnung und Mächtigkeit der Kohlelager viel beträchtlicher sind, als man bis dahin angenommen hatte. An der Nordküste steht die Kohle in einer Mächtigkeit von 1,85 m zutage an. Ein Syndikat hat bereits mit der Anlage eines Hafens begonnen, und man beabsichtigt auch eine meteorologische sowie eine funkentelegraphische Station einzurichten, die als Vermittlungsstation zwischen derjenigen in Green-Harbour auf Spitzbergen und Hammerfest in Norwegen gute Dienste leisten kann.

Die nutzbaren Wasserkräfte Deutschlands. In einer Zusammenstellung des „Engineering Magazine“ werden die verfügbaren Wasserkräfte Deutschlands zu 1 425 000 PS berechnet, ein Betrag, der sicher zu niedrig gegriffen ist. Prof. W. Halbfax hat daher auf Grund der amtlichen Veröffentlichungen der einzelnen Bundesstaaten eine Neuberechnung durchgeführt, die er im Aprilheft 1917 von Petermanns Mitteilungen veröffentlicht, und die in folgenden Ergebnissen gipfeln. Als Summen der vorhandenen möglichen Wasserkräfte kommen für das 280 000 qkm umfassende Norddeutsche Tiefland rd. 1 Million PS in Betracht, für das 130 000 qkm große Mitteldeutsche Gebirgs- und Hügelland etwa 3 Millionen PS und für das ebenso große

Süddeutschland südlich des Main ungefähr 8 Millionen, zusammen also 12 Millionen PS. Auf 1 qkm würden also im Durchschnitt etwa 22, auf 1000 Einwohner rd. 180 PS entfallen. Allerdings sind dies nur die aus Wassermenge und Fallhöhe berechneten „rohen“ Pferdestärken, von denen, da die theoretische Triebkraft des Wassers niemals in ihrem vollen Betrage in Arbeit umgesetzt werden kann, nur ein Teil in „effektive“ Pferdestärken verwandelt werden. Wie hoch der Prozentsatz ist, der technisch ausgenutzt werden kann, ist eine Frage, die sich allgemein nicht beantworten läßt, weil die Einzelfälle zu verschiedenartig sind. Doch glaubt der Verfasser, daß man bei dem jetzigen hohen Stande der Wasserbautechnik wohl berechtigt sei, etwa die Hälfte jener theoretischen Größen als technisch ausnutzbar bezeichnen zu dürfen.

Die Einführung metrischer geographischer Maße in England. Der Ausschuß der vereinigten naturwissenschaftlichen Gesellschaften in England hat sich neuerdings mit der Frage beschäftigt, ob es wünschenswert oder geboten sei, das metrische Maß- und Gewichtssystem im Britischen Reiche einzuführen. Dies hat die Royal Geographical Society in London veranlaßt, der Frage vom geographischen Gesichtspunkt näher zu treten und einen Erörterungsabend zu veranstalten, in dem A. R. Hinks einen Vortrag über das genannte Thema hielt. Er verkannte nicht die Schwierigkeit, die sich aus dem Mangel einer dezimalen Unterteilung bei den englischen Maßen ergibt, betonte aber, daß sich für den Handelsverkehr die fortgesetzte Zweiteilung in Viertel, Achtel, Sechzehntel usw. beim metrischen System kompliziert gestaltet. Es sei eben ein Unterschied zu machen zwischen einer wissenschaftlichen Messung und einem Warenhandel nach Maß.

Seine interessanten Ausführungen gipfelten nach einem Bericht im Märzheft 1917 des Geographical Journal in folgenden Vorschlägen: Alle britischen Karten sollten mit Horizontalmaßstäben in miles und km versehen werden, Höhenangaben und Niveaulinien dagegen auf dem Lande wie im Wasser möglichst nach Metern beziffert sein. Alle statistischen Angaben wären entweder in beiden Maßsystemen oder nur in Metern, nicht aber nur in britischen Maßen anzugeben. Je mehr ein Werk technischen Zwecken dient, um so wünschenswerter ist der Gebrauch des metrischen Systems. Auch in britischen geodätischen Werken sollte in Zukunft ausschließlich das metrische System Anwendung finden. Auf solche Weise ließe sich eine obligatorische Einführung des Metersystems und ein Außerkraftsetzen der britischen Maße vermeiden.

In der Erörterung wies Capt. Keeling auf die bei der deutschen Artillerie gebräuchliche Einteilung des Kreises in 288 Teile hin. E. G. C. Barton bedauerte, daß die britischen Admiralitätskarten das Springniedrigwasser als Nullniveau zugrunde legen, so daß z. B. die Höhenlage einer Sandbank im Severn wegen der Ungleichheit der Gezeiten nicht mit derjenigen einer solchen bei Bristol verglichen werden kann. Auch sonst bot die lebhaft diskutierte manche interessante Einzelheiten, aus denen hervorzugehen scheint, daß der Weltkrieg und die vielfachen Beziehungen, in welche England zu mehreren anderen Staaten mit metrischem Maßsystem getreten ist, den traditionellen Widerstand gegen dessen Einführung erheblich geschwächt haben.

O. Baschin.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED

DEC 6 1922

Heft 41.

12. Oktober 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Technische Naturforschung. Von *Dr. E. Zschimmer*,
Jena. S. 629.

Ueber die Fortpflanzungsverhältnisse tropischer
Parasiten und Saprophyten. Von *Prof. Dr. Ed.
Schmid, Zürich*. (Schluß). S. 634.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

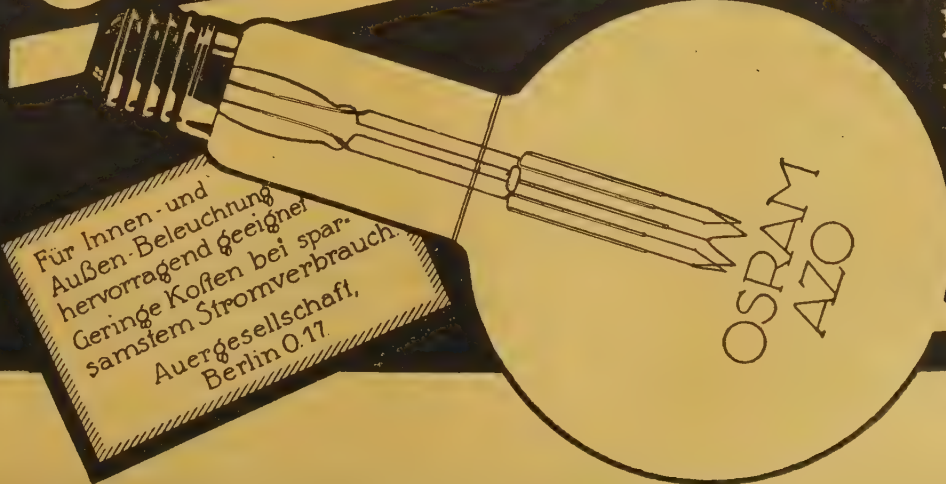
Die Kohlenvorkommen des Wallis und ihre

Bedeutung für die Schweiz. *Ernolith.* ² Ueber
die Biologie der Napfschnecken in der Gezeiten-
welle und der Brandungszone der Karstküste.
Ein neues Verfahren zur Herstellung künst-
lichen Graphits. Das Symmetrieinduktium.
S. 637—640.

OSRAM-AZO

Das
konzentrierte Licht

bis
2000
Watt



Für Innen- und
Außen-Beleuchtung
hervorragend geeignet
Geringe Kosten bei spar-
samstem Stromverbrauch
Auergesellschaft,
Berlin O. 17.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050–53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C,
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen unserer Ernährung

unter besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit

von

Emil Abderhalden,

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität zu Halle a. S.

Mit 2 Textfiguren. — Preis M. 2.80.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort. — Einleitung.

Unsere Nahrungstoffe: I. Die organischen Nahrungsstoffe. II. Die anorganischen Nahrungsstoffe.

Die Herkunft unserer Nahrungsstoffe.

Das Verhalten unserer Nahrungsstoffe in unserem Verdauungskanal.

Sind wir nach dem Bau unseres gesamten Nahrungskanals für reine Pflanzennahrung oder für Fleischnahrung oder für ein Gemisch beider bestimmt?

Einfluß des Appetits der Nahrungsaufnahme auf die Abgabe der Verdauungssäfte.

Der Zellstoffwechsel.

Die Mengen der zur Ernährung notwendigen Nahrungsstoffe

Die wichtigsten Methoden zur quantitativen Verfolgung des Stoffwechsels.

Die Frage des Eiweißbedarfes.

Die Ausnutzung der verschiedenen Nahrungsmittel am Darmkanal.

Die unter verschiedenen Bedingungen zur Vollführung der Leistungen des Organismus notwendigen Energiemengen.

Die Frage der Ersetzbarkeit eines Nahrungsstoffes durch einen anderen.

Bedarf es der besonderen Zufuhr von Mineralstoffen (Salzen) und anderen Nahrungsstoffen?

Besteht die Möglichkeit der Entstehung von Störungen durch die einseitige Aufnahme bestimmter Nahrungsmittel?

Der Stoffwechsel des wachsenden Organismus.

Ist die jetzige Art unserer Ernährung ausreichend?

Soeben erschien:

System der Ernährung

von

Dr. Clemens Freiherr von Pirquet,

o. ö. Professor für Kinderheilkunde und Vorstand der Universitäts-Kinderklinik in Wien

Erster Teil

Mit 3 Tafeln und 17 Abbildungen. — Preis M. 8.—

Inhaltsverzeichnis:

Allgemeine Übersicht.

Die Milch als Nahrungseinheit.

Nahrungsbrennstoffe.

Nahrungsbaustoffe.

Sitzhöhe und Körpergewicht.

Sitzhöhe und Darmfläche.

Körpergewicht und Darmfläche.

Ernährung nach der Darmfläche.

Tafel zur Ernährung des Menschen.

Tafeln für den Einkauf von Nahrungsbaustoff und Nahrungsprotein.

Literaturverzeichnis.

Sachverzeichnis.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

12. Oktober 1917.

Heft 41.

Technische Naturforschung.

Von Dr. E. Zschimmer, Jena.

Das Ziel des reinen Naturforschers ist erstens: die Vervollständigung des Weltbilds der Erfahrung in Raum und Zeit und zweitens: die Vervollständigung der Welttheorie als Inbegriff der Gesetze, denen die natürliche Anschauungswelt unterworfen ist. Zwar wählen sich die Physiker, Chemiker, Biologen, Mineralogen, Geologen und Astronomen ihre Aufgaben nach Belieben, doch suchen alle nur immer das *naturwissenschaftlich* Interessante zu entdecken, entsprechend dem letzten Zweck aller reinen Naturforschung, das verborgene System der natürlichen Wirklichkeit nach Anschauung und Begriff zu enthüllen.

Mit diesem Zwecke wird das geistige Interesse der Menschheit an der Natur aber nicht erschöpft. Es gibt noch andere geistige Grundzwecke der Kultur, die uns veranlassen, ja zwingen, Naturforschung in ihrem Dienste zu betreiben, und ohne Zweifel steht heute die Technik mit diesem Anspruch an erster Stelle.

Technik ist etwas von der Naturforschung gänzlich Verschiedenes (ebenso verschieden wie Kunst); und doch braucht die Technik die Naturforschung notwendiger als jedes andere Gebiet der schöpferischen Tätigkeit des Menschen. Freilich: die Naturwissenschaft, die der Techniker als Erfinder sucht, wird eine andere sein, als die oben bestimmte reine Naturwissenschaft. *Ein großer Teil der reinen Naturwissenschaft nützt dem Techniker nichts, und ein großer Teil der Naturwissenschaft, welche der Techniker dringend nötig hat, interessiert nicht den Naturforscher.*

Die paradox klingende Behauptung fordert eine nähere Erklärung heraus, welche Aufgabe die besondere Art der Naturforschung denn haben könne, die der Techniker wünscht und die ich hier kurz als „technische Naturwissenschaft“ bezeichne.

Zunächst ist festzustellen, daß die technische Naturwissenschaft in der Ausführung ihrer Aufgabe der reinen Naturwissenschaft nicht das Geringste nachgeben darf. Als Wissenschaft muß sie von derselben Exaktheit und kritischen Zuverlässigkeit sein, wie die reine Naturforschung. Keineswegs darf „zum Zwecke der Technik erforschen“ soviel heißen als: oberflächlich, nebenbei, obenhin beobachten. In der *Methode* des Forschens liegt also kein Unterschied, er liegt allein in der gesetzten Aufgabe.

Wäre die Naturwissenschaft nun unendlich vollendet, so würde gar keine besondere Aufgabe für die technische Naturforschung bestehen.

Die Erfinder würden sich aus dem unendlichen Wissen von der Natur jederzeit den Teil aussuchen, den sie für ihre Zwecke brauchen. Aber dieser Idealzustand besteht, solange die Menschheit nach Erkenntnis strebt, niemals. Wir bleiben weit entfernt vom Endziel und müssen unsere zeitliche Tätigkeit danach einrichten. Weder kann die reine Naturwissenschaft warten, bis die Forschung am Ende ist, noch kann die Technik bis dahin auf die Verfolgung ihres eigenen Forschungszieles verzichten: die Entdeckung und Erkenntnis desjenigen Teiles der Naturwirklichkeit, den sie zum Aufbau der technischen Welt, zum Zwecke der Beherrschung der Natur nötig hat.

Das Ziel der technischen Naturforschung wird sofort deutlich, wenn man es an praktischen Fällen aus nächster Nähe betrachtet. Es dürfte bekannt sein, daß z. B. das Gebiet der Gläser für die Technik von hervorragender Bedeutung ist. Die Leistungsfähigkeit der optischen Instrumente, der Thermometer, der chemischen Geräte und anderer Apparate, der Beleuchtungseinrichtungen und wichtiger elektrotechnischer Apparate hängt wesentlich ab von der Natur der benutzten Gläser. Seitdem von *Frauenhofer*, *Abbe* und *Schott* der Gedanke verfolgt wurde, die Eigenschaften des Glases durch Erfindung neuer chemischer Zusammensetzungen den verschiedenartigen Zwecken der Technik anzupassen, gibt es eine ansehnliche Literatur über den Zusammenhang der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Gläser mit ihrer chemischen Zusammensetzung.

Glas ist ein besonderes Gebiet der technischen Naturforschung geworden, an dem sich zahlreiche Physiker und Chemiker der Universitäten und der physikalisch-technischen Reichsanstalt neben den wissenschaftlichen Mitarbeitern des Jenaer Glaswerks beteiligten. Verständlicher Weise hatten sie an demjenigen Teile der Technik besonderes Interesse, von dessen Entwicklung zu höherer Vollkommenheit der Fortschritt in der Beobachtung der Natur abhängig war: der Verbesserung der Wahrnehmung, der Meßkunst und des chemischen Arbeitens. Diese Naturforscher waren also durchaus technisch interessiert, indem sie sich mit den Eigenschaften der neuen Gläser befaßten, und man kann sagen: glücklicherweise. Denn sonst wäre die Erfahrungswissenschaft hinter den heute erreichten Erfolgen, die sie der Wahrnehmungstechnik verdankt, wohl noch weit zurückgeblieben. Namen wie *Kepler*, *Galilei*, *Frauenhofer* und *Abbe* stehen ebenso unauslöschlich in der Geschichte der Erfindungen, wie sie

der Geschichte der Astronomie und Physik angehören.

Stahl und Eisen und das weite Gebiet der Metallegierungen bilden ein weiteres bekanntes Beispiel für den besonderen Gegenstand der technischen Naturforschung. *Krupp* verdankte seine Erfolge der Pflege dieser Wissenschaft. Die Arbeiten über technische Metalle bilden eine umfangreiche Literatur, von der man nichts wüßte, wenn nicht der technische Fortschritt die Triebfeder gewesen wäre. Und wie unermäßig viel technische Naturwissenschaft entsteht heute allein aus den Aufgaben, die der Krieg gestellt hat! Man könnte den Scherz machen, *Heraklit* habe mit seinem berühmten Ausspruch: „Der Krieg ist der Vater der Dinge“ an die Entwicklung der Technik und der technischen Naturforschung im Weltkrieg gedacht.

Wenn es keine Elektrotechnik und keine chemische Technik gäbe, so würde eine große Lücke in den naturwissenschaftlichen Bibliotheken entstehen. Die Erkenntnis der Vorgänge, die sich auf Geheiß der Erfinder im Dienste der Idee der Technik abspielen, hat ein Heer von Physikern und Chemikern angelockt, die sie naturwissenschaftlich erforschten. Aber aus dem Gesichtspunkte der Idee der „reinen Naturforschung“ heraus würde niemand auf den Gedanken verfallen, die Erscheinungen der Wechselstrom-Technik, die Vorgänge im Quecksilberdampfgleichrichter und in den Apparaten der Funkentelegraphie auf das Genaueste zu studieren; der reinen Chemie würden die Tatsachen aus dem Fabrikbetrieb der chemischen Industrie gleichgültig geblieben sein, da es sich hier um ganz besondere und verwickelte Arten von chemischen Vorgängen handelt.

Die Fülle der auf dem Gebiet der technischen Naturforschung geleisteten Arbeit genügt, um das Urteil abzugeben: einen großen Teil dieser Arbeit hätten die reinen Naturforscher niemals begonnen, und sie werden ihn auch fernerhin als gleichgültig für ihre Ziele betrachten. Dies erklärt sich, wie folgt:

Die *beschreibende* reine Naturwissenschaft will den Aufbau der anschaulichen Welt und ihre Geschichte entdecken. Für sie haben nur solche Dinge und Vorgänge Interesse, die von Natur aus darin sind, also Naturprodukte, nicht die Kulturprodukte. Alles, was die technische Naturforschung an technischen Gegenständen und Vorgängen beschreibt, fällt daher aus dem Weltbild der reinen Naturbeschreibung heraus und ist gleichgültig für diese.

Die *erklärende* oder theoretische reine Naturwissenschaft will das System der Naturgesetzmäßigkeit als begriffliche Auswertung der Prinzipien der Kausalität, der Kristallbildung und Organismenbildung erkennen. Die von der technischen Naturwissenschaft auf den Gebieten der Gläser, der Metalle, der Elektrotechnik, der chemischen Technik u. a. zutage geförderten Forschungsergebnisse liefern hierzu keinen wesentlich neuen

Beitrag. Bei 1000 verschiedenen Glasarten sind die Gesetze der Lichtbrechung dieselben; die Gesetze der Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften von der chemischen Zusammensetzung dieser unterkühlten Lösungen von Kieselsäure, Silikaten, Borsäure und Boraten bereichern die Erkenntnis der Naturgesetze nicht um neue Erkenntnisse, wenn der Techniker die Mischung auf tausendfache Weise verändert. Dasselbe gilt für alle technischen Werkstoffe und technischen Vorgänge.

Es bleiben daher bis in ewige Zukunft zwei getrennte, nur teilweise und zufällig sich deckende Aufgaben der Forschung bestehen: *reine* und *technische* Naturwissenschaft. Und hiermit erhebt sich eine praktische Frage von größter Bedeutung für den Kulturfortschritt: *In welchem Maße und auf welche Weise soll das Gebiet der technischen Naturforschung neben reiner Naturforschung betrieben werden?*

Die Technik und das Wirtschaftsleben aller Staaten der Erde fordern immer dringender die ausgiebige Pflege einer auf die technischen und wirtschaftlichen Ziele gerichteten Naturforschung. Es wäre kulturwidrig und nicht zuletzt für die Technik selbst verderblich, wollte man die für den Dienst der reinen Naturforschung bereitgestellten Institute und Arbeitskräfte nach und nach zu den Aufgaben, die die *Industrie* an die Forschung stellt, ablenken. Viel mehr ist die Frage, was *außer* der Fürsorge für den Fortschritt der reinen Naturforschung, den Ansprüchen der Zeit gemäß, für den Fortschritt der technischen Naturforschung von staatswegen getan werden müsse.

Weite Gebiete der Technik entbehren noch heute der naturwissenschaftlichen Grundlagen. Es fehlt die wissenschaftliche Aufklärung über die Natur der Dinge und Vorgänge, mit denen die Industrie im praktischen Betriebe zu tun hat. Für jedes Gebiet sollte es in Deutschland wenigstens ein technisch-naturwissenschaftliches Institut geben, in welchem der systematische Aufbau einer Sonderwissenschaft betrieben wird, die die Industrie dringend nötig hat. Deren Forschungsziel läßt sich in die Forderung zusammenfassen: *Gründliche exakt-wissenschaftliche Aufklärung über die Natur der technischen Dinge und Vorgänge*. Also vor allem: Kenntnis der technisch wichtigen Eigenschaften (physikalischen und physikalisch-chemischen Konstanten) der *Werkstoffe* und ihrer Veränderlichkeit unter verschiedenen Einflüssen; Kenntnis der unbekannten Vorgänge, Ursachen und Wirkungen, die bei den *technischen Betriebsvorgängen* eine Rolle spielen.

Es ist wohl selbstverständlich, daß das „naturwissenschaftlich-technische Institut“ zur technischen Hochschule gehört, und nicht zur Universität; aber ebenso selbstverständlich ist, daß es sich bei seiner Tätigkeit um exakt-naturwissenschaftliche Forschungen handelt, keineswegs um Technologie oder die Vorbereitung und Aus-

arbeitung von Erfindungen. Die *Aufgaben* stellt zwar die Industrie, doch ihre Lösung ist Sache der Naturwissenschaft, nämlich der *besonderen Abteilung* der Naturwissenschaft, deren Erkenntnis *technisch wertvoll* ist.

Demnach gliedert sich das Forschungsgebiet der technischen Naturwissenschaft nach den im Laufe der Zeit entstandenen Industriezweigen. Deren Abgrenzung zum Zwecke der wissenschaftlichen Bearbeitung muß den Fachleuten überlassen bleiben. Es handelt sich hierbei nicht um ein naturwissenschaftliches Begriffssystem, in welches die Zwecke der Technik eingefangen werden könnten, sondern um eine der praktischen Wirklichkeit des industriellen Lebens entsprechende Einteilung der Problemkreise. Ich denke, um nur einige Andeutungen zu machen, an: die Gewinnung und Verwertung der Kohle; die Gewinnung des Eisens und dessen Umwandlung in Schmiedeeisen, Stahl und Gießereierzeugnisse; die Gewinnung der übrigen technisch wichtigen Metalle und Herstellung der Legierungen; Gewinnung und Verwertung von Holz, Faserstoffen und Zellstoffen; Verarbeitung der Faserstoffe zu den Erzeugnissen der Textil- und Papierindustrie; Erzeugung der Gläser und keramischen Massen; Erzeugung der anorganischen und organischen Stoffe der chemischen Großindustrie; Gewinnung von Stoffen und ihre Verwertung durch die elektro-chemische Industrie; Kraftmaschinenbau; Bau von Wasser- und Windkraftanlagen; Bahnbau; Bau der Luftfahrzeuge; Elektromaschinenbau; Bau von Apparaten und Anlagen der Beleuchtungstechnik; Bau der Telegraphen und Fernsprecher und andere Gebiete der Technik. Die in die Universitäten eingefügten Institute für „angewandte Mathematik“, „angewandte Mechanik“, „angewandte Elektrizität“ (z. B. in Göttingen), Institute für „technische Physik“, „technische Chemie“ (z. B. in Jena), „technologische“ Institute (z. B. Berlin) können den umfangreichen Wissenschaftsbetrieb nicht übernehmen, den der systematische Aufbau einer technischen Naturwissenschaft als Grundlage für die wichtigsten Industriezweige erfordert. Andererseits erfüllen auch die entsprechenden Institute der technischen Hochschulen („mechanisch-technologische“, „elektrotechnische“, „technisch-chemische“ Institute und Laboratorien usw.) noch nicht den hier gedachten Zweck, da sie in erster Linie für den technischen Unterricht bestimmt sind.

Erst bei den Versuchsanstalten, Prüfungsanstalten und Prüfungsämtern der technischen Hochschulen beginnt mit der Beschränkung auf enge Sondergebiete der Technik der technisch-naturwissenschaftliche Forschungsbetrieb, um den es sich handelt. Von überragender Bedeutung ist unsere deutsche, für die Meßtechnik geschaffene Physikalisch Technische Reichsanstalt, die in jeder Beziehung als das Vorbild eines technisch-naturwissenschaftlichen Forschungsinstitutes zu

betrachten ist. Das neugeschaffene Institut für Kohlenforschung bildet ein ebenbürtiges Gegenstück.

Es darf nicht unbeachtet bleiben, daß in der deutschen Industrie selbst eine außerordentlich umfangreiche naturwissenschaftlich-technische Geheimwissenschaft betrieben worden ist, in deren Dienste eine große Zahl von Naturforschern arbeitet, die die Universitäten verlassen haben, um sich der Technik zu widmen. Die Überlegenheit der deutschen Industrie auf dem Weltmarkt beruht auf manchen Gebieten (z. B. der chemischen Industrie, der Glasindustrie, der Stahlindustrie) zum weitaus größten Teil auf der Tätigkeit dieser Forscher. Man kann sich ernstlich fragen, ob es vom nationalen Gesichtspunkt aus nicht das allerbeste wäre, wenn es so bliebe. Denn würden die Fabriken ihre Geheimwissenschaft veröffentlicht haben, so hätte Deutschland im Wettbewerb mit anderen Ländern wahrscheinlich nicht diesen riesigen Vorsprung gewonnen. Was sollte es also nützen, wenn nun öffentliche Institute die „technische Naturforschung“ betrieben und ihre Ergebnisse durch die Zeitschriften der ganzen Welt bekannt gäben?

Bevor ich darauf antworte, möchte ich ein interessantes Gegenstück aus dem feindlichen Ausland zum Vergleich heranziehen. Bei Ausbruch des Krieges befanden sich die Ententestaaten in großer Verlegenheit wegen unentbehrlicher technischer Werkstoffe, die sie früher aus Deutschland bezogen hatten. An erster Stelle standen Anilinfarben und Jenaer Gläser. Im Mai 1915 stellte der Physiker Sir Philip Magnus dem englischen Abgeordnetenhaus die verhängnisvolle Lage vor. Die folgenden Sätze aus seiner Rede¹⁾ über „Die wichtige Frage des optischen Glases“ sind deutlich genug:

„Ich brauche wohl nicht zu sagen, daß sämtliche optischen Instrumente, auf die ich Bezug nehme, sowohl den Offizieren des Landheeres wie auch der Marine dienen. Wir haben sehr bittere Erfahrungen im Gebrauche der Periskope seitens der deutschen U-Boote gemacht, aber solche Instrumente von etwas abweichender Bauart sind ebenfalls erforderlich für die Bedienungsmannschaft unserer Kanonen. Bis zum Kriegeausbruch und selbst noch einige Zeit nachher waren wir bezüglich des optischen Glases, des Ausgangsmaterials für die Linsen, auf zwei oder drei Quellen angewiesen. Wir konnten einiges aus Paris erhalten, von der Firma *Parra-Mantois & Co.*, und von ein oder zwei anderen Pariser Häusern. Ein kleines Quantum wird bei uns im Lande hergestellt, von den Herren *Chance* in Birmingham; aber fast gänzlich abhängig in bezug auf dieses wichtige Material waren wir von der deutschen Firma *Schott & Gen.* in Jena, die uns nahezu ausschließlich mit dem Glas versorgte, das wir seit Jahren gebrauchen

¹⁾ Übersetzt in der deutschen opt. Wochenschrift 1915/16, Nr. 13.

Die andere Frage, worüber ich sprechen möchte, ist die, auf welche Weise diese wichtige Industrie den Deutschen entwunden und nach dem Kriege unserem Lande erhalten werden kann Ich zögere keinen Moment, zu behaupten: Niemals mehr darf in England sich der Fall wiederholen, daß wir in bezug auf Lieferung wichtiger Materialien für unsere Operationen zu Lande oder zur See vom Auslande abhängig sind, nicht im Kriege und nicht im Frieden.“

Es ist nun sehr interessant, zu hören, wie der Engländer das Zusammenwirken deutscher Wissenschaft und Technik beurteilt, und was er in Zukunft zu tun gedenkt, um in seinem Lande uns Deutschen den Erfolg auf dem Weltmarkt streitig zu machen. „Es gibt wenige Industrien,“ sagt er, „vielleicht überhaupt keine andere, bei welcher der Erfolg so sehr von der angewandten Wissenschaft abhängt, wie bei der Herstellung optischen Glases. Für die Anilinfarbenfabrikation ist ein erhebliches chemisches Wissen notwendig, aber für die Herstellung optischer Instrumente und des Glases, woraus die Linsen angefertigt werden, ist nicht nur ein gründliches mathematisches Wissen erforderlich, sondern auch umfassende Kenntnis in Physik, Chemie, Metallurgie. In der Anwendung dieser Wissenschaften auf die Spezialindustrien waren wir weit hinter Deutschland zurück. Die Deutschen haben das größte Gewicht diesen Zweigen der technischen Wissenschaften beigemessen, und mit Bedauern muß ich bekennen, daß wir hierin viel zu lange nachlässig waren Viele Fortschritte der deutschen Forscher sind die Ergebnisse bewußter Versuche, denn die mathematische Vorausberechnung der Linsen ist fast zu verwickelt, als daß man solche rein theoretisch herstellen könnte. Ich will auch betonen, daß nahezu die gesamte Literatur der angewandten Optik in deutscher Sprache, in deutschen Büchern und Zeitschriften zu lesen ist. Dieser Zustand darf nicht länger anhalten. Es muß in England etwas geschehen, um den technischen Unterricht in jenen Wissenschaften zu erleichtern, und zwar so, daß alle, die damit zu tun haben, sich die nötige Vorbereitung im Lande verschaffen können.“

Das ist inzwischen geschehen. Die Engländer haben eine „*Society of Glass-technology*“ gegründet, die kürzlich ihre erste Sitzung im Institute für Chemie abgehalten hat. Der Vorsitzende, Prof. *Herbert Jackson*¹⁾, bezeichnete das Arbeitsgebiet der Gesellschaft wie folgt: 1. Widerstandsfähiges, chemisches Glas; 2. Beleuchtungsglas; 3. Zylinder Glas; 4. Glas für Röntgenröhren; 5. optisches Glas; 6. Opalglas für verschiedene Zwecke; 7. Thermometerglas.

Bis jetzt hat die Gesellschaft fünfzig als Formeln gefaßte Leitsätze für die Fabrikanten aufgestellt. Prof. *Jackson* betonte besonders die große Wichtigkeit einer engen Zusammenarbeit

von Wissenschaft und Industrie und teilte ferner mit, daß auch die Universität Sheffield einen besonderen Lehrstuhl für die Technologie des Glases errichtet habe.

Im Frühjahr 1917 berichtete *G. Lippmann* der Pariser Akademie der Wissenschaften über die vom englischen Staate getroffene, wie man sagen muß, großzügige Organisation der technischen Naturforschung in England¹⁾: „Zur Schaffung neuer Forschungsstätten ist durch königliches Dekret der Ausschuß des *Privy Council* in einen Verband zur Förderung der wissenschaftlichen und industriellen Forschung (*Imperial Trust for the Encouragement of scientific and industrial Research*) umgewandelt worden, dem vom Parlament für die nächsten 5 Jahre beträchtliche Summen zur Verfügung gestellt werden sollen. Der *Advisory Council* steht im engen Gedankenaustausch mit der *Royal Society*, dem *National Physical Laboratory* und den großen technischen Vereinen Englands, deren fünf wichtigste — diejenigen der Zivilingenieure, der mechanischen Ingenieure, der Schiffingenieure, der Elektrotechniker und das Eisen- und Stahlinstitut — sich zu einem einzigen Verband zusammengeschlossen haben. Die technischen Vereine haben ihrerseits drei Ausschüsse zur Bearbeitung besonderer Probleme (z. B. der Eisenindustrie, der Brennstoffe, des Bergbaus usw.) eingesetzt, deren Mitglieder zur Hälfte vom *Advisory Council* ernannt werden.

Auch in Amerika versuchte man dasselbe mit der Gründung einer „*Optical Society*“, die sich allerdings hauptsächlich mit der Herstellung der Jenaer Beleuchtungsgläser befassen soll. An ihrer Spitze steht der bekannte Forscher auf dem Gebiete der Beleuchtungstechnik *P. G. Nutting*. Die Franzosen und Russen machen gleiche Anstrengungen.

Nach dem Lippmannschen Bericht hat der Präsident *Wilson* die Akademie der Wissenschaften in den Vereinigten Staaten von Nordamerika beauftragt, einen „*National Research Council*“ zu ernennen, „der die wissenschaftliche Forschung organisieren soll, damit die technischen Probleme des Krieges und des Friedens wirksamer in Bearbeitung genommen werden können. Die Vereinigten Staaten besitzen seit längerer Zeit schon hervorragend dotierte Forschungsinstitute, so daß die Wilsonsche Anregung weniger die Schaffung neuer wissenschaftlicher Arbeitsstätten bezweckt, als vielmehr die einheitliche Zusammenfassung der schon bestehenden Institute und die zweckmäßige Abgrenzung ihrer Arbeitsgebiete. Wie in England, haben sich auch in Amerika die technischen Verbände in den Dienst des *National Research Council* gestellt. Insbesondere sind in New York die beträchtlichen Mittel der „*Engineering Foundation*“ dem *National Research Council* zur Verfügung gestellt worden.

¹⁾ Nach Bericht in der Zeitschr. Licht und Lampe 1917, Nr. 18.

¹⁾ Bericht aus der Zeitschrift für angewandte Chemie, wirtschaftlich-gewerblicher Teil, Bd. 3, S. 333 (1917).

Das praktische Ergebnis der bisherigen Tätigkeit dieser Neuschöpfungen ist die Ausarbeitung von Glasformeln (sogenannten „Glassätzen“), welche den Glashütten der Ententeländer zur Verfügung gestellt werden, um die Jenaer Gläser nachzuahmen. In Amerika wurden solche, von wissenschaftlichen Forschern ausgearbeitete Glaszusammensetzungen in Zeitschriften veröffentlicht.

Es bedarf wohl keiner langen Auseinandersetzung, um zu sagen, daß diese Art von „technischer Naturforschung“ nichts zu tun hat mit den Aufgaben der technisch-naturwissenschaftlichen Institute, deren Vermehrung in Deutschland in Frage steht. Die Institute sind nicht dazu da, um der Industrie das Erfinden vorwegzunehmen, oder selbst technische Fortschritte irgendwelcher Art zu machen, — sie treiben *Naturforschung*. Versuche, wie sie die Engländer und Amerikaner in ihren neuen „Glasgesellschaften“ anstellen, gehören in das Fabriklaboratorium. Um die Industrien der Ententestaaten wird es nach wie vor faul bestellt bleiben, wenn die weise Regierung dieser Länder glaubt, durch Professoren und Staatsbetriebe einen Ersatz bieten zu können für den mangelnden wissenschaftlichen Geist der englischen und amerikanischen Fabrikbesitzer und ihrer Angestellten.

Auf dem Glasgebiet liegt die Sache im wesentlichen genau so wie bei jedem anderen Industriezweig. Um die besondere Aufgabe der technischen Naturforschung näher zu erklären, genügt ein Beispiel, und das Gebiet der Gläser ist hierzu vorzüglich geeignet. Mit Leichtigkeit läßt sich eine Fülle physikalisch-chemischer Probleme aufdecken, von denen ich einige anführe, deren Lösung wohl manchen „reinen Naturforscher“ reizen könnte, sich als „technischer Naturforscher“ zu betätigen. Ich will sie nur kurz andeuten: 1. Welche Verbindungen der Elemente sind im Schmelzflusse vorhanden bzw. in der unterkühlten Lösung, die das Glas im kalten Zustand darstellt? 2. In welchem Gleichgewichtsverhältnis befinden sich die ineinandergelösten Glasstoffe (Silikate, Borate, freie Kieselsäure usw.)? 3. In welcher gesetzmäßigen Beziehung stehen die physikalischen Konstanten der Gläser und ihre chemischen Bestandteile? 4. Welche Arten von kristallisierten Verbindungen scheiden sich bei der Entglasung in den verschiedenen Temperaturgebieten ab? 5. Wie geht die Glasbildung während des Verschmelzens der Gemengestoffe (Kieselsäure, Karbonate, Nitrate usw.) vor sich? 6. Wie wirken die bekannten Oxydations-, Reduktions-, Läuterungs- und Entfärbungsmittel (z. B. Salpeter, Kohle, Arsenik, Braunstein, selenigsaure Salze usw.)? 7. Welche Verbindungen treten in den Gläsern als Farbstoffe auf (Metalle, Metalloide, Oxyde, Sulfide, Silikate, Aluminate usw.)? 8. Worauf beruht die Verfärbung der Gläser durch Licht (namentlich U. V.-Licht und Röntgenstrahlen)? 9. Welche Reaktionen spielen

sich bei der Zersetzung der Gläser ab unter dem Einfluß von Wasser, Säuren, Gasen und anderen Berührungsstoffen? 10. Welche Gesetze gelten für die Spannung der Gläser durch Härtung und Kühlung, bzw. für die dabei auftretende Doppelbrechung? 11. Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Vorgang des Zerspringens der Gläser beim Erhitzen und Abkühlen und den physikalischen Eigenschaften? 12. Wie ändern sich die physikalischen Eigenschaften mit der Temperatur, und in welchem Zusammenhange stehen verschiedene Eigenschaften miteinander (z. B. Dispersion und Absorption, Dielektrizitätskonstante und Brechungsindex, Schmelzbarkeit und Ausdehnungskoeffizient usw.)?

Das sind nur ein Dutzend naturwissenschaftlicher Probleme, die mir eben einfallen, sie ließen sich beliebig vermehren. Ich glaube aber, daß diese Fragen schon genügen würden, eine ganze Generation von Physikern, Chemikern und Mineralogen zu beschäftigen! Käme außer Glas noch das interessante Gebiet der Emaille-Technik und der umfangreiche Problemkreis der keramischen Industrie (Porzellan, Steingut, Schamotte usw.) hinzu, so dürfte an wissenschaftlicher Arbeit für ein besonderes Forschungs-Institut der Glastechnik und Keramik kein Mangel sein.

Was die Art der gestellten Aufgaben betrifft, so dürfte fernerhin klar sein, daß es sich hierbei nicht um technische Fragen, sondern wirklich um Probleme für einen exakten Naturforscher handelt. Ihre vollständige Beantwortung würde ein Sondergebiet der „technischen Naturforschung“ darstellen, dessen Kenntnis für das betreffende Gebiet der Industrie und für die Erfinder, die sich dabei beteiligen, von größtem Werte sein würde. Und auch das wird man sich bei der Aufzählung dieser „glaswissenschaftlichen Probleme“ leicht klar machen: der schaffenden Technik, dem erfinderischen Geist würde auch durch die angestrengteste Tätigkeit des Naturforschers nichts vorweg genommen; die Aufgaben der Technik und Industrie sind eben ganz andere als die Aufgaben der Forschung. Das „Glasforschungsinstitut“ liefert keine Anweisung zur Erzeugung von Gläsern oder zur Erfindung neuer technisch wertvoller Glasarten, der Industrie und den Erfindern bleibt es nach wie vor überlassen, die Ergebnisse der Naturforschung, die sich auf ihren Gegenstand beziehen, *praktisch zu verwerten*. Wissenschaft und Praxis verhalten sich hier ähnlich wie im Kriege der Aufklärungsdienst der Beobachter und Kundschafter zur Kunst des Feldherrn, der die Schlacht schlagen muß; auf dem Felde, das die Naturforscher aufgeklärt haben, müssen die Erfinder und Betriebsleiter der Industrie „die Schlacht schlagen“.

Hiernach muß nun wohl die Frage des nationalen Interesses an der Gründung öffentlicher Institute für technische Naturforschung in *bejahendem* Sinne beantwortet werden.

Die neueste in Deutschland beabsichtigte

Gründung bestätigt diese Ansicht. In einer Versammlung von führenden Männern der deutschen Eisen- und Stahlindustrie in Düsseldorf wurde beschlossen, in Anlehnung an die „Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft“ ein besonderes Institut für Eisenforschung zu errichten¹⁾. Das Institut soll ein von aller einseitigen Zweckbestimmung freies wissenschaftliches Forschungsinstitut werden. Für den Zusammenhang mit der Industrie sorgt der Verein deutscher Eisenhüttenleute in Verbindung mit dem Verwaltungsrat des Instituts und einem wissenschaftlichen Beirat. Die erheblichen Mittel für den Bau und die Unterhaltung wird die Eisen- und Stahlindustrie in der Hauptsache aufbringen.

Die allgemeine Verwirklichung des Gedankens durch den Staat erscheint zwar gegenwärtig als eine Utopie, aber welcher Kulturfortschritt von geschichtlicher Tragweite wäre dies nicht? Man denke sich das Ziel erreicht: Deutschland ausgerüstet mit der entsprechenden Anzahl umfangreicher Forschungsinstitute für alle wichtigen Gebiete der Industrie, die sich durch die Fachliteratur in geistigem Austausch befinden, von der Industrie mit Geldmitteln und geistigen Anregungen aus der Praxis versehen, und ihrerseits die Industrie durch Veröffentlichung ihrer Ergebnisse befruchtend —: auf welche Höhe würde die schöpferische Tätigkeit der deutschen Technik mit der durch gründliches Wissen gesteigerten Beherrschung ihres Gegenstandes gebracht! Der nationale Gewinn wäre zweifellos unvergleichlich größer als der Schaden, den Deutschland durch die Aufklärung seiner feindlichen Wettbewerber auf dem Weltmarkte der Industrieerzeugnisse haben würde. Hat doch die Schöpfung der deutschen technischen Hochschulen, die jahrzehntelang den Ausländern ihre Pforten geöffnet haben, trotz ihrer erzieherischen Wirkung auf die feindlichen Wettbewerber unstreitig den Erfolg gehabt, der leider zur Ursache des Weltkrieges geworden ist, aber darum nicht weniger bleibt, was er ist: ein Erfolg deutscher Wissenschaft im Dienste der Technik. Einer großzügigen Organisierung der technischen Naturforschung würde das zukünftige Deutschland nicht weniger zu Dank verpflichtet sein.

Über die Fortpflanzungsverhältnisse tropischer Parasiten und Saprophyten.

Von Prof. Dr. Ed. Schmid, Zürich.

(Schluß.)

3. *Rafflesia*.

Rafflesia, die „Wunderblume“ der Regenwälder Indonesiens, erregt nicht nur durch die Form, Farbe und Größe ihrer Blüten, die ge-

legentlich bis ein Meter Durchmesser erreichen und daher zu den größten Blütenformen zu zählen sind, sondern überhaupt durch ihren gesamten Bau und ihre Lebensweise das höchste Interesse sowohl des Forschers, als auch des Laien. Auf den Wurzeln von *Cissus*sträuchern schmarotzend, zeigen ihre vegetativen Organe die denkbar stärkste Reduktion, indem sie in Form mycelartiger Zellfäden das Innere der Wirtspflanze durchziehen. Nur die Blüten sprosse, mit wenigen schuppenartigen Blättern versehen, treten, nachdem sie im Innern der Wurzel angelegt worden sind, ans Tageslicht und breiten ihre anfangs weißen, später rötlich gefärbten und auffallend gefleckten Perianthblätter auf dunklem Grunde aus. Die Blütezeit scheint, soweit bis jetzt Beobachtungen vorliegen, nur wenige Tage zu dauern. In der Mitte der stets eingeschlechtigen Blüten erhebt sich eine Säule, die an ihrem obern Rand scheibenartig verbreitert ist und an der Unterseite der Verbreiterung bei den männlichen Blüten zahlreiche kugelige Antheren, bei den weiblichen eine ringförmige Narbenzone trägt. Der Fruchtknoten wird von der Basis der Columna eingenommen und besteht aus einer größeren Anzahl spaltenförmiger Hohlräume, an deren Wänden die zahlreichen Samenanlagen entspringen. Auch die Antheren zeigen eine vom gewöhnlichen Typus abweichende Ausbildung. Sie enthalten eine größere Zahl langgestreckter, zylindrischer Pollensäcke, die vom Scheitel gegen die Basis verlaufen und sich öfters im obern Teil verzweigen. In ihrem Innern bleibt während der Entwicklung der Pollenkörner ein zwei- bis dreischichtiges Tapetum bestehen, das erst unmittelbar vor der Entleerung des reifen Pollens in Zerfall übergeht. Im fertigen Zustand enthalten die Körner einen vegetativen und einen generativen Kern, nicht aber eine abgegrenzte generative Zelle. Die Bildung der Körner ist mit einer Reduktion der Chromosomenzahl verbunden, die bei *Rafflesia patma* Bl. zu der haploiden Zahl 12 führt. Dabei ist von Interesse, daß diese 12 Chromosomen zu je vier langen, mittleren und kurzen in drei aufeinander folgenden Teilungsschritten verfolgt werden können, eine Tatsache, welche als weitere Stütze der Individualitätstheorie registriert zu werden verdient.

Die Entwicklung des Embryosackes von *Rafflesia patma* schließt sich dem allgemeinen Typus der Embryobildung durchaus an. Durch zweimalige Teilung der Embryosackmutterzelle, wobei allerdings der zweite Teilungsschritt in der Regel nur in der untern Tochterzelle stattfindet, entsteht eine reduzierte Tetrade von drei Zellen, deren unterste zum Embryosack auswächst. Dieser enthält im fertigen Zustand einen normal entwickelten Eiapparat, zwei Polkerne, bzw. deren Verschmelzungsprodukt, den sekundären Embryosackkern und drei wohlentwickelte Antipoden. Die Untersuchungen von Ernst und Schmid (5) haben gezeigt, daß die Samenbildung von *Rafflesia* die

¹⁾ Hierüber berichtet der „Prometheus“ in Nr. 1453 (1917).

Folge einer Bestäubung und Befruchtung ist. Wie der Blütenstaub auf die Narbe gelangt, kann allerdings noch nicht mit völliger Sicherheit gesagt werden. Die bis anhin bekannt gewordenen Beobachtungen sprechen fast alle für Fremdbestäubung durch Insekten, worauf die Größe und Farbe der Blüten hindeuten. Über den sog. „Aasgeruch“, wie er zuerst von *R. Brown* erwähnt wird, gehen die Ansichten stark auseinander, so daß seine Bedeutung jedenfalls noch sehr unsicher ist. Hingegen haben die oben erwähnten Untersuchungen mit Bestimmtheit ergeben, daß die Entleerung des Pollens nicht ein Ausstäuben ist, sondern in Form einer schleimigklebrigen Masse erfolgt. Dabei entstehen an der Scheitelpartie der kugeligen Antheren über den einzelnen Pollensäcken Risse, durch welche der Pollen herausquillt.

pelbefruchtung erwiesen. Es ist dieser Nachweis insofern besonders wertvoll, als er zeigt, daß auch bei stärkster Rückbildung in den vegetativen Organen die geschlechtlichen Funktionen sich trotzdem in durchaus normaler Weise abspielen. Da der Befruchtungsvorgang auch bei *R. Hasseltii* nachgewiesen werden konnte, ferner Pollenschläuche auch bei den verwandten Pflanzen *Ptilostyles ingae* und *Brugmansia Zippelii* gefunden wurden, scheint es, daß die Familie der *Rafflesiaceen* in ihren Fortpflanzungsverhältnissen keinerlei Anomalien aufweise. Auch die Annahme parthenogenetischer Entwicklung bei *Cytinus Hypocystis* durch *Ch. Bernard*, der bei der genannten Pflanze wohl Pollenkörner auf der Narbe, jedoch keine Pollenschläuche fand, dürfte somit wenig Aussicht auf Bestätigung haben.

Die Entwicklung des Embryos zeigt große

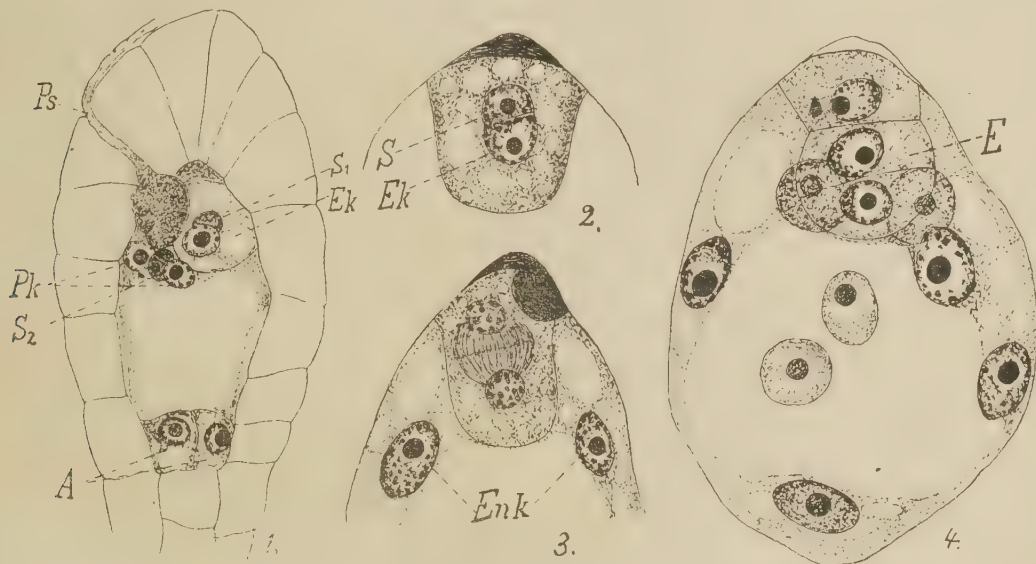


Fig. 5. *Rafflesia patma*. — 1. Embryosack mit Doppelbefruchtung. — 2. Verschmelzung von Spermakern und Eikern. — 3. Oberes Ende des Embryosackes mit zwei freien Endospermkernen und sich teilender Eizelle. — 4. Embryosack mit dreizelligem Embryo und acht freien Endospermkernen. A = Antipoden, E = Embryo, Ek = Eikern, Enk = Endospermkerne, Pk = Polkerne, Ps = Pollenschlauch, S₁ und S₂ = Spermakerne (nach Ernst und Schmid.)

In den Fruchtknotenschnitten von *Rafflesia patma* findet man längs der Wände der Spalten ganze Bündel von Pollenschläuchen. Sie folgen einem besonderen Leitgewebe, dessen Zellen mit viel Plasma und großen Kernen versehen sind. Unsicher können jeweilen am Vorderende der Schläuche drei Kerne wahrgenommen werden: der vegetative und die beiden durch die letzte, im Schlauch selber stattgehabte Teilung entstandenen Spermakerne. Unsere Fig. 5,1 zeigt das Vordringen eines Pollenschlauches zum Embryosack, wobei derselbe die über dem Keimsack liegende Zellkappe durchbricht. Die beiden generativen Kerne sind bereits in den Keimsack übergetreten, und zwar liegt der eine dem Eikern an, indes der andere zu den beiden Polkernen gewandert ist. Bei *Rafflesia patma* ist somit typische Dop-

Übereinstimmung mit den oben geschilderten Beispielen. Durch die erste Teilung der Eizelle wird eine basale Trägerzelle, die sich in der Folge durch eine Längswand nochmals teilt, von der den eigentlichen Keimling liefernden Scheitelzelle abgetrennt. Im reifen Samen zählt der Embryo von *R. patma* drei bis fünf Stockwerke zu zwei bis vier Zellen, welche keinerlei Differenzierung erkennen lassen. Er ist alsdann dicht vom Endosperm umschlossen und nur schwer von diesem zu unterscheiden. Auch hier beginnt die Bildung des Nährgewebes vor derjenigen des Embryos, weicht aber von den *Burmanniaceen* und *Balanophoraceen* ab, indem die ersten Kernteilungen nicht von Zellteilungen gefolgt sind. Im sich stark vergrößern Embryosackraum entstehen 8 bis 16 freie Endospermkerne, die sich

im Wandbelag verteilen (Fig. 5,4). Erst jetzt werden zwischen den Kernen Zellwände ausgeschieden, so daß eine einzige Schicht von Endospermzellen zustandekommt, deren Zahl durch Teilung noch vergrößert wird. Gleichzeitig wächst der Embryo heran und schmiegt sich der Nährgewebsschicht nach und nach völlig an. Ähnliche Verhältnisse fand Endriß (2) bei *Pilostyles ingae*.

Die Ausbildung von Früchten schien bis vor kurzem bei den *Rafflesiaceen* eine seltene Erscheinung zu sein, bis es den Bemühungen Ernsts gelang, sowohl für *Rafflesia*, als auch für *Brugmansia* eine ganze Anzahl junger und älterer Früchte aufzufinden. Dieselben haben ein recht unscheinbares Aussehen, sind rissig, schwarz und von einem Brei vermoderter Blätter überdeckt. Kein Wunder, daß sie den Augen mancher Sammler entgangen sind. Die in ihnen eingeschlossenen zahlreichen kleinen Samen werden offenbar durch Tiere verbreitet, wenn diese zufälligerweise die modernden Früchte zertreten und mit ihren Füßen den samenhaltigen Fruchtbrei verschleppen.

Die Ergebnisse der bis jetzt vorliegenden Untersuchungen über die Fortpflanzungsverhältnisse tropischer Parasiten und Saprophyten sprechen in ihrer Gesamtheit gegen die Annahme einer Veränderung in den generativen Organen und Funktionen, die in Verbindung mit der durch den Parasitismus oder Saprophytismus bedingten Reduktion der vegetativen Organe stehen würde. Was zunächst die Entwicklung des Embryosackes anbelangt, so ergibt dieselbe durchwegs Bilder, wie sie bei den autotrophen Pflanzen Regel sind; denn die stärkere oder schwächere Reduktion der Tetradenteilung kann keinesfalls als eine Folge der heterotrophen Lebensweise aufgefaßt werden, finden sich doch ähnliche Reduktionsreihen, wie beispielsweise bei den *Burmanniaceen*, auch bei Familien, deren Vertreter vollständig holophytisch leben. Auch die Entwicklung zum befruchtungsfähigen Embryosack zeigt in all den besprochenen Fällen nichts Außergewöhnliches. Als eine Hauptstütze seiner Theorie führt Moebius das Beispiel apogamer Embryobildung bei *Balanophora* an. Es ist nun aber oben gezeigt worden, daß auch dieses einzig bekannte Beispiel der Entstehung von Endospermembryonen sich als Irrtum erwiesen hat, daß vielmehr der Keimling auch hier seinen Ursprung aus der Eizelle nimmt, allerdings ohne vorausgegangene Befruchtung. Sind nun die Fälle von Parthenogenesis bzw. Apogamie bei *Balanophora globosa* und *elongata*, *Burmannia coelestis*, *Thismia javanica* als beweiskräftig dafür anzusehen, daß die generativen Funktionen durch die Lebensweise der betreffenden Pflanzen verändert worden seien? Ich glaube kaum. Einmal ist darauf hinzuweisen, daß es sich auch hier, ähnlich wie bei den *Alchemillen* und *Hieracien*, nur um einzelne Arten innerhalb einer Verwandtschaftsgruppe handelt. Welches die Ursachen der

anormalen Fortpflanzungsweise sind, kann heute für diese ebensowenig gesagt werden, wie für jene. Zudem haben sich die Fälle ungewöhnlicher Embryosackentwicklung und Parthenogenesis in den letzten Jahren gerade bei autotrophen Blütenpflanzen stark vermehrt. Vor allem aber müßte man erwarten, daß gerade diejenigen Pflanzen, welche die stärkste Rückbildung ihrer vegetativen Organe aufweisen, die *Rafflesiaceen*, auch am ehesten eine Beeinflussung ihrer generativen Sphäre zeigen würden, was aber, wie oben gezeigt wurde, nicht der Fall ist. Wenn bei *Burmannia coelestis* der Eiapparat häufig ein vom gewöhnlichen Typus abweichendes Aussehen zeigt, so ist dies jedenfalls nicht dem Saprophytismus, sondern vielmehr dem Einfluß der Apogamie zuzuschreiben, die beispielsweise bei den *Alchemillen* und bei *Elatostema acuminatum* (nach Treub) zu noch stärkern Veränderungen im Embryosack geführt hat. Schließlich möge noch auf einen Punkt hingewiesen werden, der von Moebius für die Beweisführung herangezogen worden ist. Es betrifft dies die für manche Parasiten und Saprophyten charakteristische Ausbildung kleiner, wenig oder gar nicht differenzierter Embryonen. Dem ist jedoch entgegenzuhalten, daß solche wiederum nicht nur auf Pflanzen mit abnormer Ernährungsweise beschränkt sind, wenn sie auch hauptsächlich bei diesen zu finden sind, sondern auch bei grünen, völlig autotroph lebenden Gewächsen vorkommen. Umgekehrt können heterotrophe Pflanzen, wie schon Goebel betonte, sehr wohl normal entwickelte Embryonen besitzen. Aber selbst wenn eine solche Beziehung zwischen Gestalt des Embryos und Ernährungsweise der Pflanze angenommen wird, so handelt es sich doch nur um die Beeinflussung des vegetativen Teils — denn als solcher muß der Keimling aufgefaßt werden —, nicht aber um Veränderungen in den eigentlichen generativen Organen und Prozessen.

Wichtigste Literatur.

1. Bernard, Ch., Sur l'embryogénie de quelques plantes parasites. Journal de Bot. 17, 1903.
2. Endriß, W., Monographie von *Pilostyles ingae* Karst. Flora 91, 1902.
3. Ernst, A., Embryobildung bei *Balanophora*. Flora 106, 1913.
4. Ernst, A., und Bernard, Ch., Beiträge zur Kenntnis der Saprophyten Javas. 1—12. Annales du Jardin botan. de Buitenzorg. 2^o Serie Vol. VIII—XI, 1909 bis 1912.
5. Ernst, A., und Schmid, Ed., Über Blüte und Frucht von *Rafflesia*. Annales du Jardin botan. de Buitenzorg. 2^o Serie. Vol. XII, 1913.
6. Heinricher, E., Beiträge zur Kenntnis der *Rafflesiaceen*. Denkschriften d. k. Akademie d. Wiss. Wien, 78, 1906.
7. Johow, F., Die chlorophyllfreien Humusbewohner Westindiens. Jahrb. f. wissensch. Botanik Bd. 16, 1885.
8. Johow, F., Die chlorophyllfreien Humuspflanzen nach ihren biolog. u. anat.-entwicklungsgesch. Verhältnissen. Jahrb. f. wissensch. Botanik Bd. 20, 1889.
9. Lotsy, J. P., *Balanophora globosa* Jungh., eine

wenigstens örtlich verwitwete Pflanze. Ann. du Jardin botan. de Buitenzorg. Vol. 16, 1899.

10. *Lotsy, J. P.*, *Rhopalocnemis phalloides* Jungh., a morphological-systematical study. Ann. du Jard. botan. de Buitenzorg 17, 1901.

11. *Solms-Laubach, H.*, Über den Bau der Samen in den Familien der Rafflesiaceen u. Hydnoraceen. Botan. Zeitung 32, 1874.

12. *Solms-Laubach, H.*, Die Entwicklung der Blüte bei *Brugmansia Zippelii* Bl. u. *Aristolochia Clematitis* L. Bot. Ztg. 34, 1876.

13. *Solms-Laubach, H.*, Die Entwicklung des Ovulums und des Samens bei *Rafflesia* u. *Brugmansia*. Ann. jardin bot. de Buitenzorg. Suppl. 2, 1898.

14. *Tieghe, Ph. van*, Sur l'organisation florale des *Balanophoracées* in. Bull. Soc. Bot. France 43, 1896.

15. *Treub, M.*, L'organe femelle et l'apogamie du *Balanophora elongata* Bl. Ann. Jardin bot. de Buitenzorg 15, 1898.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Die Kohlenvorkommen des Wallis und ihre Bedeutung für die Schweiz. Die Schwierigkeiten in der schweizerischen Kohlenversorgung, die einestheils auf die starke Beanspruchung der deutschen Eisenbahnen durch Kriegsmaterial usw., andererseits auf die Verringerung der Fördermengen in den deutschen Gruben und den Ausfall der belgischen Zechen zurückgehen, haben die Schweiz — wie andere Länder auch — veranlaßt, sich nach den eigenen Brennstoffvorräten des Landes umzusehen und deren Ausnutzungsmöglichkeit zu erörtern. Im Vordergrund der Diskussion stehen dabei außer den Torfmooren die Kohlenlager im Wallis, zu deren Erschließung mit amtlicher Unterstützung bereits eine Kohlenbohrergesellschaft ins Leben gerufen worden ist, der mehrere der größten industriellen Kohlenverbraucher angehören. In der Tagespresse sind aus diesem Anlaß zahlreiche Mitteilungen über die Walliser Kohlen erschienen, die zu einem guten Teil auf völlig ungenügenden und unklaren Informationen beruhen. Diese Sachlage hat einen genauen Kenner der in Frage kommenden Verhältnisse veranlaßt, in der „N. Z. Ztg.“ einen sachlichen Überblick über das ganze Problem zu geben, der zahlreiche wertvolle Angaben enthält. Wir entnehmen daraus, daß die Walliser Anthrazitkohlenlager vermutlich schon sehr lange bekannt sind, da die Kohle mancherorts nur wenige Meter über der Haupttalsohle an der Erdoberfläche zu sehen ist, oder, wie der bergmännische Ausdruck lautet, „ausbeißt“. Bestimmte Anhaltspunkte für einen Abbau finden sich bereits vor etwa 100 Jahren. Es handelt sich dabei um zwei ausgeprägte Kohlenflöze, die im Carbon gelagert sind. Der eine (*südöstliche*) beginnt bereits in Turtmann, also linksrheinisch, und streicht in nur mäßiger Erhebung über der Talsohle dem Rhonetal entlang bis zur Mine Chandoline gegenüber Sitten, wo er das Rhonetal verläßt, um in südsüdwestlicher Richtung gegen Châble im Val de Bagne und von dort in gleicher Richtung nach dem Großen St. Bernhard und dem Aostatal weiterzustreichen. Der andere Flözzug, den man im Gegensatz zum vorigen als den *nordwestlichen* bezeichnen kann, beginnt rechtsrheinisch am Grand Chavalard, streicht in südwestlicher Richtung, das Rhonetal bei Vernayaz traversierend, gegen Salvan und Trient, übersetzt hier die französische Grenze und streicht weiter über Chamonix bis gegen Grenoble. Der südöstliche Flözzug besitzt auf Schweizerboden eine

Länge von etwa 80 km, während der schweizerische Teil des nordwestlichen nur etwa 20 km lang ist. Kennzeichnend für die Kohlenflöze des südöstlichen Zuges ist eine linsen- oder taschenförmige Lagerung, die auf sog. Stauchungen zurückgeht und den Abbau mehr oder weniger erschwert, besonders dann, wenn die Linsen nicht nach einheitlichem System gelagert sind. Die Flöze des nordwestlichen Zuges dagegen sind bis auf einen geringen Teil normal gelagert. Die Entfernung der einzelnen Flöze von einander beträgt 50 bis 150 m. Die Mächtigkeit schwankt in beiden Zügen zwischen 0,8 und 4 m und dürfte, wenn man die Linsenmächtigkeit auf die ganze Länge der Flöze reduziert, 1,15—1 m betragen; verglichen mit anderen großen Vorkommen entspricht das einer normalen Mächtigkeit.

Den Kohlenvorrat der beiden Flözzüge, also aller sich in Wallis befindenden Kohlen, schätzt unsere Quelle auf mindestens 100 Millionen Tonnen. Die Kalorienmenge der Kohle schwankt zwischen 4000 und 5700, Zahlen, die an und für sich günstig sind, da manche Braunkohlen kaum den Anfangswert erreichen. Die Eigenschaften der Kohlen wechseln innerhalb der einzelnen Flöze wenig, wohl aber etwas in den einzelnen Flözen unter sich und hauptsächlich in verschiedenen Gegenden der Vorkommen, was für den Abbau und die Auswahl der besseren Kohlen günstig ist.

Die naheliegende Frage, warum die Walliser Kohlen angesichts der erheblichen Menge, der günstigen geographischen Lage und der normalen Mächtigkeit der Flöze nicht schon längst zum großzügigen Abbau gelangt sind, ist dahin zu beantworten, daß *ein großer Teil* dieser Kohle eine *Aschenmenge* enthält, die bei der Verbrennung unter gewissen Verhältnissen hinderlich ist. Noch schlimmer ist unter Umständen, daß *ein wesentlicher Teil* der Kohlen gewisse Mengen *Graphit* enthält, die aus dem Kohlenstoff des Anthrazits durch höher gehende Drucke und dadurch bedingte Temperaturerhöhungen entstanden sind. Es ist bekannt, daß reiner Graphit sozusagen unverbrennlich ist (er findet aus diesem Grunde u. a. zur Herstellung von Elektroden für Bogenlampen, elektrische Öfen usw. Verwendung); schon geringe Mengen dieses Stoffes sind infolgedessen in der Lage, die normale Entzündlichkeit und Verbrennungsmöglichkeit bedeutend zu verringern, besonders dann, wenn, wie im vorliegenden Falle, ein hoher Aschengehalt dieses Übel potenziert. Des Graphitgehalts wegen sind die Walliser Kohlen als sogenannte *Graphitoide* bezeichnet worden, und gewisse Theoretiker haben diese Bezeichnung auf *alle* Walliserkohlen angewendet, ein Vorgehen, das den Tatsachen *durchaus nicht entspricht*. Ebenso unrichtig ist die Behauptung, daß *alle* Walliserkohlen sehr hohe Aschenmengen enthalten, die an die 30 % heranreichen, ja diese Grenze sogar noch überschreiten sollen. *Das Wallis birgt auch Kohlen, deren Aschengehalt normale Grenzen wenig übersteigt und die nicht graphitisch sind*, Kohlen, die im Ausland ohne weiteres zur Verwendung gelangen würden.

Ein weiterer Nachteil der Walliserkohlen ist die leicht sinternde oder gar leicht fließende Schlacke, ein Nachteil deshalb, weil, wenn große Aschenmengen leicht zum Sintern gelangen, der Kern der unverbrannten Kohle sich verhältnismäßig schnell mit einem beinahe luftdicht schließenden Fluß umkleidet, der naturgemäß jede weitere Verbrennung hintanhält. Auch in diesem Punkt weichen indessen die Eigenschaften der Kohlen verschiedener Walliser Gruben wesentlich von

einander ab, was schon daraus hervorgeht, daß durch die schweizerische Prüfungsanstalt für Brennstoffe in Zürich für derartige Schlacken Schmelztemperaturen von 1650° bestimmt wurden. Solche Schlacken sind als praktisch feuerfest zu bezeichnen.

Bezüglich der heutigen Verwendung und der späteren Verwendungsmöglichkeit der Walliserkohle führt unsere Quelle folgendes aus: Der Abbau der Kohle war in einigen Minen des Mittelwallis schon vor dem Kriege ein stetiger, wenn auch geringfügiger; seit Kriegsausbruch hat sich die Förderung etwas gehoben. Verwendet wurde und wird die Kohle hauptsächlich zum *Brennen von Kalk* und in der Nähe der Minen zu *Hausbrand*. Das Material gewisser Minen wird auch in Zukunft wegen des oben erwähnten Graphit- und hohen Aschengehalts dieses beschränkte Anwendungsgebiet nicht überschreiten können. Ändern Vorkommen dagegen mit graphitfreien Kohlen von geringerem Aschengehalt kann mit Sicherheit eine günstige Zukunft vorausgesagt werden. Vielfache Versuche im Großen sind durchaus ermutigend aufgefallen, und zwar sowohl auf dem Gebiet des Hausbrands, wie auf dem der Heizung von Glüh-, Kalk- und Zementöfen, auch des modernen Rotierofens zur Herstellung von Zement allein oder in Verbindung mit einer gasreichen Kohle. Zur Kesselheizung mit künstlichem Zug, Unterwind, wie solcher bei allen gasarmen Brennstoffen mit Erfolg zur Anwendung gelangt, ist die Walliserkohle gleichfalls verwendbar, wenn an die Belastung des Kessels nicht zu hohe Ansprüche gestellt werden.

Der Gestehtungspreis der Walliser Kohle ist unter Berücksichtigung der Kalorienmenge wesentlich geringer als derjenige von Kohlen ausländischer Herkunft, da unter den gegebenen Verhältnissen die Kohle im Wallis im *Stollenbau* abgebaut werden kann, wodurch kostspielige Anlagen für Pumpwerke und zur Belüftung der Stollen wegfallen. Diese Umstände lassen auch einen niedrigen Verkaufspreis zu, der weiterhin dadurch günstig beeinflusst wird, daß die Schweizerischen Bundesbahnen die Walliser Anthrazite nach einem Spezialtarif befördern, dessen Taxen noch etwas tiefer sind als diejenigen des Transittarifs für ausländische Kohlen.

Wenn bis heute die *bessern* Walliser Kohlen nicht zum Abbau gelangten, so lag der Grund einestheils darin, daß sie bis vor nicht langer Zeit nur wenig bekannt und erschlossen waren, andernteils darin, daß sie geographisch derart liegen, daß der Abtransport schwierig ist. Moderne Transportmöglichkeiten bis zu Eisenbahnstationen bestehen heute im Wallis noch nirgends. Werden entsprechende Anlagen geschaffen und wird der Abbau nach modernen Verfahren unter fachmännischer Leitung durchgeführt, so kann gewissen Minen mit Sicherheit Gedeihen vorausgesagt werden. Und zwar nicht nur jetzt, im Zeichen des Kohlenmangels, sondern auch nach der Wiederkehr normaler Verhältnisse, dies um so mehr, als die Kohlenpreise nach dem Kriege infolge der höheren Arbeitslöhne, der ideellen höheren Bewertung der Kohlenlager und der Tendenz aller Staaten zur Erzielung von Mehreinnahmen, höchstwahrscheinlich nicht mehr den Tiefstand erreichen werden, wie vorher.

W. H.

Ernolith. Es sind nun zwei Jahre her, seitdem die erste Mitteilung über dieses Kunstprodukt erschienen ist. Den beiden Chemikern H. Blücher (Leipzig) und E. Krause (Steglitz) war es nämlich gelungen, aus *Hefe* horn- und hartgummiähnliche Massen zu erzeugen, und da das hierauf bezügliche erste Patent

bereits am 3. Juni 1913 erteilt wurde, so ist hiermit erwiesen, daß Ernolith nicht eine Treibhauspflanze der Kriegswirtschaft darstellt. Im Gegenteil, der Krieg hat die Entwicklung der Ernolithfabrikation sogar gehemmt, denn Ernolith wird aus Neben- und Abfallprodukten der Brauereien hergestellt, deren Biererzeugung im Laufe des langen Krieges auf ein Viertel ihrer normalen eingeschränkt wurde. — Nach den beiden grundlegenden Patenten vom 3. Juni 1913 und 13. Februar 1915 wird Ernolith durch Einwirkung von *Aldchyden* auf *Hefe* gewonnen. Später fanden die genannten Chemiker, daß nicht nur die nach der Gärung von Bierwürze zurückbleibende überschüssige Hefe, sondern auch der *Kühlschifftrub* ein vorzügliches Rohmaterial für die Ernolithfabrikation bildet. Durch weitere Patenterteilung erlangten sie Schutz für ihre neue Entdeckung. Der Kühlschifftrub entsteht, wenn heiße, gekochte Bierwürze behufs Abkühlung auf das große, flache „Kühlschiff“ gebracht wird, wobei zu den durch das Kochen der Bierwürze ausgeschiedenen Eiweißkörpern noch solche treten, die in der Bierwürze nicht gelöst bleiben können, sobald dieselbe aus dem heißen in den kalten Zustand übergeht. Der Trub (Kühlgeläger) ist demnach äußerst eiweißreich. Nach *Wločka*¹⁾ enthält er 42,73 %, nach *Völtz*²⁾ 47,67 % *Rohprotein* in der Trockensubstanz. Nichtsdestoweniger hatte man für ihn keine Verwendung, da er auch viel Hopfenharze enthält, welche ihm einen äußerst bitteren Geschmack erteilen und seine Verwendung als proteinreiches Kraftfutter unmöglich machen. — Ernolith läßt sich also entweder aus Hefe, welche in ihrer Trockensubstanz 56 bis 58 % Eiweiß enthält, oder aus Trub herstellen. Die Großfabrikation des Ernoliths stößt gegenwärtig in Deutschland auf Schwierigkeiten, da die gesamte Überschuhhefe der Brauereien für Nähr- und Futtermittel beschlagnahmt ist. Gleiches gilt auch für die aus Zuckerlösungen, schwefelsaurem Ammonium und Mineralsalzen hergestellte *Mineralhefe*, welche jedoch in der Zukunft bei entsprechend billiger Herstellung ein wichtiges Rohmaterial für den Ernolith bilden kann. Die Ernolithfabrikation erfolgt in der Weise, daß man die Rohstoffe (Hefe oder Trub) mit Formaldehyd verrührt. Das Gemisch wird dann getrocknet und staubfein gemahlen. Die zu verarbeitende Hefe kann auch mit einer Lösung von Blutalbumin gemischt werden, das Gemeinse wird hierauf zum Kochen erhitzt und erst der entstandene Brei mit Formaldehyd vermengt. Mit der Herstellung des Ernolithpulvers ist die eigentliche Ernolithfabrikation beendet. Zur weiteren Verarbeitung wird das Pulver unter Erwärmung in die gewünschte Form gepreßt. Hierbei werden Temperaturen von 60–120° und Drucke von 200 bis 300 at angewendet. Die erhaltenen Objekte zeigen die zarresten Einzelheiten der Form mit höchster Schärfe und feinsten Relieferung der Flächen. Es werden somit nicht nur die Kosten der mechanischen Herausarbeitung, wie sie bei anderen Rohmaterialien auftreten, erspart, sondern es gibt auch keine Abfälle, da sich das trockene Pulver genau in der für jede Form nötigen Menge abmessen läßt. — Das gelblich-weiße Ernolithmehl liefert je nach dem Grade der Erwärmung und Pressung dunkelbraune bis schwarze Objekte. Durch Beimischung von Erdfarben lassen sich ziemlich helle, durch Teerfarbstoffe dunkel getönte

¹⁾ Bauer, Brauerei und Mälzerei, S. 33.

²⁾ Beilage zur Zeitschrift für Spiritusindustrie 1916, 39. Jahrg., S. 8.

Färbungen des Ernoliths erzielen, wobei besonders hervorzuheben ist, daß die Zumischung der Farben vom Verarbeiter vorgenommen wird, weshalb er es nicht nötig hat, zahlreiche, gefärbte Ernolithpulver zu beziehen. Dem Ernolith kann auch bis zu 20 % Füllmaterial (Kaolin, Kieselgur, Schwerspat, Zinkweiß, Lithopone) beigemengt werden. Ernolith vereinigt sich beim Zusammenpressen sehr innig mit Metallteilen, so daß man bei der Herstellung von Knöpfen die Metallösen einpressen kann. Ernolith läßt sich deshalb auch um Eiseneinlagen zur Herstellung von Türklinken und Fenstergriffen herumpressen. Fertig gepreßter Ernolith verträgt sehr gut eine mechanische Bearbeitung, er läßt sich bohren, sägen, feilen, fräsen, schleifen und polieren. Auf diese Weise ist es möglich, aus gepreßten Ernolithplatten oder -stücken durch mechanisches Herausarbeiten Massenartikel, wie z. B. Knöpfe und Taster, zu erzeugen, eine Eigenschaft, welche für solche Industrien von Belang ist, die bisher für gleiche Zwecke Zelluloid oder Galalith in Form von Stangen und Platten verarbeitet; sie können ihre bisherigen Maschinen weiter benützen.

Die Verwendungsmöglichkeiten des Ernoliths lassen sich jetzt, wo sich die Industrie seiner noch nicht bemächtigt hat, überhaupt nicht übersehen. Mit Erfolg wurden in der Versuchsanlage Knöpfe, elektrotechnische Bedarfsartikel wie Steckdosen, Schalterkappen, Hörmuscheln für Telephone, ferner Türklinken, verschiedene Griffe für Werkzeuge, künstlerische Reliefs, Bilderrahmen, Broschen und Ohrringe verfertigt. Ganz besondere Vorteile gewährt die Verwendung von Ernolith im *graphischen* Gewerbe. Einer seiner beiden Entdecker, *Blücher*, hat sich hierüber vor kurzem ausführlichst in der *Chemikerzeitung* (Nr. 71/72 vom 16. Juni 1917) verbreitet. Er sagt: „Es gelingt nach diesem Verfahren, Druckflächen der schwierigsten Art in Ernolith herzustellen, und zwar durch unmittelbare Pulverpressung über metallischen Matrizen. Es hat sich weiter gezeigt, daß auch die Matrizen aus Ernolith hergestellt werden können und sich in den letzteren wieder Ernolithpositive pressen lassen, ohne daß dabei Matrize und der zu einer festen Platte zusammensinternde Pulverinhalt miteinander verkleben.“ Die neuesten Arbeiten bezwecken, Ernolithklischees sowohl dem Rotations- als dem Tiefdruck nutzbar zu machen.

Ernolith soll als Ersatz für Hartgummi, Horn, Galalith, Zelluloid, Steinnuß dienen. Was speziell den *Galalith* betrifft, so wird derselbe durch Einwirkung von Formaldehyd auf das Kasein der Milch erzeugt. Da jedoch letztere restlos der menschlichen Ernährung vorbehalten ist, so darf ihr Kasein nicht zur Erzeugung von Galalith benutzt werden. Dem Galalith dürfte im Ernolith ein heftiger Konkurrent entstehen. Das zur Produktion des Galaliths erforderliche Kasein wurde vor dem Kriege aus dem Auslande als trockenes Handelskasein importiert, da es viel billiger zu stehen kam als einheimisches. Überhaupt müßte seine Masenerzeugung erst nach dem Kriege eingerichtet werden. Für eine tägliche auf 5000 kg geschätzte Galalithproduktion würde man pro Tag eine Milchmenge von 145 000 bis 170 000 l brauchen, das ist etwa die Milchproduktion von 20 000 Kühen. (*Stich*, Plastische Massen aus Kasein, Technische Rundschau, Wochenbeilage zum Berliner Tageblatt, 1916, Nr. 44, 22. Jahrg.) Im Laufe des Krieges sind die Preise der Milchprodukte in der ganzen Welt erheblich gestiegen, und es unterliegt deshalb keinem Zweifel, daß die Roh-

stoffe für die Ernolithfabrikation auch nach dem Kriege viel billiger sein werden als Kasein. Deutschland könnte durch Ersatz des Galaliths durch Ernolith eine gewaltige Summe Geldes im Lande behalten, denn im Jahre 1913 wurden 66 940 Doppelzentner Kasein aus Frankreich und Argentinien im Werte von 4 016 000 M., also von rund 4 Millionen, nach Deutschland eingeführt.

Zur Ausnützung der Patente besteht in Deutschland die „Ernolith“ G. m. b. H., Leipzig-R. 91, und in Wien die „öst.-ung. Ernolith-Industrie, Graf J. F. Bubna-Littitz“ G. m. b. H. W.

Über die Biologie der Napfschnecken in der Gezeitenwelle und der Brandungszone der Karstküste enthält eine Arbeit von *Thilo Krumbach* im *Zoologischen Anzeiger* Bd. 49, Nr. 3—5, interessante Beobachtungen. Beim Abweiden der Algen geht die Napfschnecke (*Patella*) vor wie jede andere herbivore Schnecke. Wenn man sie an einer Glasplatte nagen läßt, die nur gerade mit einem Anflug von Algen beschlagen ist, so sieht man, wie sie mit ihrer Radula bedachtsam millimeterlange Partien aus dem Beschlag herausradiert, und wie sie jede folgende Schabspur dicht und parallel neben die vorhergehende setzt, so daß sich schließlich das Ganze zu schönen Bogen ordnet, die abwechselnd von links nach rechts und von rechts nach links gezogen werden. Über Röhrenwürmer, die *Patella* auf ihrem Wege antrifft, geht sie hinweg, ohne sie zu beschädigen. Sie lebt von den erwählten Algenrasen, von Diatomeensiedelungen, von den Ulven und Enteromorphen der Molen- und Kai-mauern, sowie von den kümmerlichen Porphyra- und Hildebrandiaüberzügen der Gezeitenzone. — Jede *Patella* macht um ein als Zentrum gedachtes Gebiet herum kurze Ausflüge. Dieses Zentrum ist ihr Lieblingsplatz, zu dem sie immer wieder zurückkehrt, weil sie ihm die Mündung ihres Schalenrandes angemessen hat und fortgesetzt weiter anpaßt. Wann die Schnecke ihre Ausgänge macht und wann sie wieder heimkehrt, hängt nicht von der Tageszeit, sondern von der Überflutung des Weideplatzes ab. Für die Zeit der Ebbe muß sie sich einen Platz sichern, wo sie ihre Schale dicht anpressen kann, um bis zur wiederkehrenden Flut nicht auszutrocknen. Die Zufälligkeiten des Platzes, auf den die junge *Patella* verschlagen wird, bestimmen die Schalenform des heranwachsenden Tieres. Die Napfschnecken, die auf ebenen Flächen und vor starkem Wellenschlag geschützt wohnen, sind die regelmäßigsten, während Tiere, die auf zerrissenem und abradiertem Felsgrund ihr Dasein fristen, im Mündungsrand ihrer Schale deutlich den Abdruck ihres stark modellierten Wohnplatzes aufweisen. Solche Individuen machen wohl nur geringe Exkursionen; wirklich zum Festsitzen aber verurteilt sich keins, wenn es auch vorkommt, daß eine *Patella* längere Zeit den Ort nicht wechselt. — Die größte Kriechgeschwindigkeit der Napfschnecken konnte *Krumbach* feststellen, indem er einen Extrakt aus Purpurschneckenfleisch neben einem ruhenden Tiere niedertropfte. Er sah die Patellen alsdann in 10 Sekunden um 1 cm vorwärts stürmen. Unsere Weinbergschnecke erreicht eine Geschwindigkeit von 4—5 cm in der Minute; die gelbe Gartenschnecke macht in der Minute 6—7 cm, die kleine nackte Ackerschnecke mehr als 13 cm. — *Patella* lebt überall an der Felsküste des Karstlandes. Leckere Uferstellen meidet sie. Darum bleibt sie auch den Sohlen der Buchten fern, in denen der Wellenschlag Gerölle formt. Auf Schotter, der nur selten

einmal vom Seegang umgelegt wird, tritt sie jedoch schon wieder auf. Mit ganz besonderer Vorliebe schmiegt sich der breitovale Patellenfuß an die Felsen an, die am tiefsten in den Seegang eintauchen und reines, klares Wasser unter sich haben. In den Spalten und Rissen der Uferzone lebt *Patella* nicht, und in die Schluchten und Höhlen der Kliffs dringt sie nur so weit ein, als dort das Tageslicht noch Algenwuchs ermöglicht. — Das Trockenlaufen ihres Wohngebietes überdauert die *Patella* ganz leicht, wenn sie ihren Schalenrand genau nach den Formzufälligkeiten des Felsgrundes gearbeitet hat, so daß sie imstande ist, zwischen Schale und Körper immer etwas Wasser zurückzubehalten. Eine kleine Anzahl Patellen lebt immer unter Wasser. Das sind die Napfschnecken, die in den Felsenstrandtümpelchen unter und über der Hochwassergrenze wohnen, in jenen flachen Pfützen, die mit Kalkalgen ausgekleidet sind und niemals ganz austrocknen, weil sie immer wieder von der Gezeitenwelle oder vom Spritzwasser gefüllt werden. Was da aber bei kümmerlicher Nahrung und in beschränktem Raume gedeiht, sind nichts als Zwerge. — Als Wassertier, das zweimal täglich das Meer unter sich schwinden sieht, muß *Patella* auch zweimal täglich die Temperaturen der Luft ertragen und also auf Temperaturwechsel geeicht sein, wie sie weder den Wassertieren noch den Lufttieren zugemutet werden. Man darf wohl annehmen, daß die Plötzlichkeit im Wechsel der Temperaturen (tags in der Februarsonne z. B. 24°, nachts — 8°) nicht gerade lebensfördernd auf die Patellen wirkt. Ob Süßwasser, das in Form von Regen an die Schnecken herankommt, einen Einfluß ausübt, ist schwer zu sagen. Der Regen, der auf das Meer fällt, spielt sicherlich keine Rolle, und die bei Ebbe über die Klippen niederrauschenden Regengüsse finden überall verschlossene Häuser. — Offenkundige Verfolger scheinen die Patellen unter den Tieren ihrer Nachbarschaft nicht zu haben. Auch die Vögel scheinen ihnen nicht nachzustellen. Ob die *Murex brandaris* auch draußen auf die Patellen Jagd machen, wie sie es im Aquarium tun, vermag *Krumbach* nicht zu sagen. Jedenfalls gingen sie bei der Überwältigung der Patellen mit größter Zielsicherheit vor. Sobald die *Patella* die Schale lüftete, griff die *Murex* mit dem einen Rand ihres Fußes und dem Kopfe nach unten herum und hatte bald darauf ihr Opfer durch Beschädigung des Spindelmuskels bezwungen. Auch einen der dunkelvioletten Seeigel (*Paracentrotus*) hat *Krumbach* einmal im Aquarium als Feind der *Patella* kennen gelernt.

W. M.

Ein neues Verfahren zur Herstellung künstlichen Graphits. Die gebräuchlichen Verfahren zur Herstellung von Kunstgraphit, der infolge der durch den Krieg bewirkten Abschneidung der überseeischen Graphiteinfuhr hohe Bedeutung für unser Wirtschaftsleben gewonnen hat, gehen sämtlich von festen Stoffen aus, nämlich von amorpher Kohle, Steinkohle, Koks u. dergl. Ein von *H. Messow* ausgearbeitetes, kürzlich patentiertes neues Verfahren verwendet im Gegensatz dazu als Ausgangsmaterial flüssige, harzhaltige Stoffe, und zwar werden als am besten geeignet Abfälle der Zellulosefabrikation erwähnt. Diese Abfälle werden nach der Chemiker-Ztg. mit Oxyden von Schwermetallen, z. B. Eisenoxyd (etwa 10 %) und phosphor-

saurem Kalk (etwa 2 %) vermengt und dann unter Luftabschluß sehr hohem Druck und sehr hohen Temperaturen (1000—2000° C) ausgesetzt. Daraufhin scheidet sich in dem zur Umwandlung des Gemischs dienenden Gefäß künstlicher Graphit in Schichten von verschiedener Reinheit aus, und zwar setzt sich an der Gefäßwandung reiner Graphit ab, während im Kern des Gefäßes Kohle mit geringem Graphitgehalt und zwischen diesen beiden Außenschichten schwach mit Kohle verunreinigter Graphit zur Ablagerung kommt. Die drei Schichten lassen sich leicht trennen. Die Verunreinigungen und überflüssigen Beimengungen werden mittels Säuren sowie durch Schlämmen, Trocknen und Glühen entfernt. Der so gewonnene flinzenartige Graphit soll sich besonders für galvanische Elemente eignen. Durch heiße Walzen kann man ihn ohne jedes Bindemittel zu größeren Flinzen oder Flocken zusammenpressen, was bei Kunstgraphit aus festem Material der geringen Bindefähigkeit halber unmöglich sein soll. Derart gepreßter Graphit bildet nach der Patentschrift ein gutes Ausgangsmaterial zur Schmelztiegelfabrikation. H.

Das Symmetrieinduktorium. Das Bestreben, eine möglichst homogene und harte, den Gammastrahlen der radioaktiven Substanzen ähnliche Röntgenstrahlung zu erzeugen, ist eines der Hauptprobleme der modernen Röntgentechnik. Ein Weg dazu ist theoretisch von *P. Ludwig* abgeleitet worden und führt dazu, in den Röntgenröhrenstromkreis eine Funkenstrecke einzuschalten und zu gleicher Zeit die Spannung so groß wie möglich zu wählen. *H. Wintz* und *L. Baumeister* (Münchener Medizinische Wochenschrift, 6. Febr. 1917) fügen diesem Grundgedanken noch das Neue hinzu, daß sie die Funkenstrecke nicht neben die Röntgenröhre schalten, sondern daß sie die Sekundärspule des Induktoriums unterteilen und die Funkenstrecke zwischen die beiden Spulenhälften legen. Dadurch entsteht das „Symmetrieinduktorium“, dessen Schaltungsaufbau auch dadurch noch weiter symmetrisch gemacht ist, daß auch die Primärspule unterteilt und zwischen die beiden Hälften der Unterbrecher eingeschaltet ist. Um die Durchschlagsgefahr im Induktorium bei den hohen Spannungen zu vermeiden, ist die Sekundärspule so gebaut, daß die Isolationskraft nach den Enden des Induktoriums zu zunimmt. Die Funkenstrecke ist in ein Glasgefäß eingeschlossen, das mit einem trägen Gase unter bestimmtem Druck gefüllt ist. Sie arbeitet geruchlos und völlig konstant. Wie die Ludewigsche Theorie zeigte, muß zur Erzielung homogenster härtester Strahlung die Stromstärke im Röntgenröhrenstromkreis sehr klein sein. Das hat sich bei Versuchen mit dem Kurvenanalysator bestätigt gefunden, und es soll bei der Verwendung des neuen Instrumentariums eine Stromstärke nicht über 3 Milliampere benutzt werden. Die Analyse zeigt, daß unter diesen Verhältnissen nur ein einziger Stoß durch die Röhre geht. Infolgedessen werden nur schnellste Kathodenstrahlen und damit härteste Röntgenstrahlen erzeugt. Mit der neuen Apparatur ist eine wesentliche Verbesserung der Qualität der Strahlen erreicht, allerdings auf Kosten der Zeitdauer der Bestrahlung. Sie kann auch ohne weiteres zum Betriebe der Lilienfeldröhre benutzt werden und hat sich beim praktischen Betrieb in der Universitäts-Frauenklinik in Erlangen gut bewährt.

P. Lg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

DEC 8 1922

Heft 42.

19. Oktober 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung Deutschlands. Von *Dr. G. Siegel, Berlin*. S. 641.

Friedrich Robert Helmert. Von *Prof. Dr. W. Schweydar, Berlin-Potsdam*. S. 646.

Besprechungen:

Mehmke, Rudolf, Leitfaden zum graphischen Rechnen. Von *Gerhard Hessenberg, Berlin*. S. 648.

Machatschek, Fr., Gletscherkunde. Von *Hans Lautensach, Hannover*. S. 649.

Cränz, C., Lehrbuch der Ballistik. Von *H. H. Kritzinger, Berlin*. S. 649.

Grammel, R., Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges. Autoreferat. S. 650.

Botanische Mitteilungen:

Beiträge zur Kenntnis des Traumatotropismus. Das Rumphiusphänomen und die primäre Bedeutung der Blattgelenke. Ueber Blattstielkrümmungen infolge von Verwundung (Traumanastie). Anatomisch-physiologische Untersuchungen über Wasserspalten. S. 650—652.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Demnächst erscheint:

Mathematische Zeitschrift.

Unter ständiger Mitwirkung von

Prof. Dr. K. Knopp-Berlin, Prof. Dr. E. Schmidt-Breslau, Prof. Dr. J. Schur-Berlin,

herausgegeben von

Prof. Dr. **L. Lichtenstein**-Berlin.

Wissenschaftlicher Beirat: W. Blaschke (Königsberg), L. Fejér (Budapest), G. Herglotz (Leipzig), A. Kneser (Breslau), E. Landau (Göttingen), O. Perron (Heidelberg), F. Schur (Straßburg), E. Study (Bonn), H. Weyl (Zürich).

Es ist beabsichtigt, im Jahr zwei Bände von je etwa 28 Bogen in vier Heften herauszugeben.

Der Bezugspreis beträgt pro Band M. 24.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Der Verkauf elektrischer Arbeit

Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage von

„Die Preisstellung beim Verkaufe elektrischer Energie“

Von

Dr. - Ing. **G. Siegel**

Mit 27 Abbildungen

Preis M. 16.—; in Leinwand gebunden M. 18.—

Handbuch der Astronomischen Instrumentenkunde.

Eine Beschreibung der bei astronomischen Beobachtungen benutzten Instrumente sowie Erläuterung der ihrem Bau, ihrer Anwendung und Aufstellung zu Grunde liegenden Prinzipien.

Von

Dr. **L. Ambronn,**

Professor an der Universität und Observator an der königl. Sternwarte in Göttingen.

Zwei Bände Mit 1185 in den Text gedruckten Figuren. 1899.

In zwei Leinwandbände gebunden Preis M. 60.—

Sternverzeichnis,

enthaltend alle Sterne bis zur 6.5^{ten} Größe für das Jahr 1900.0.

Bearbeitet auf Grund der genauen Kataloge und zusammengestellt von **J. und K. Ambronn.**

Mit einem erläuternden Vorwort versehen und herausgegeben von

Dr. **L. Ambronn,**

Professor der Astronomie an der Universität Göttingen.

Mit 2 Zahlentafeln. 1907.

In Leinwand gebunden Preis M. 10.—

Gebundene Bücher z. Zt. mit Zuschlag von 10 % für Einbandmehrkosten.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

19. Oktober 1917.

Heft 42.

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung Deutschlands.

Von Dr.-Ing. G. Siegel, Berlin.

Wenn auch die heutige öffentliche Elektrizitätswirtschaft im wesentlichen Sache der Finanzierung, der Technik und Verwaltung ist, so bestehen doch zwischen ihr und den Naturwissenschaften zahlreiche bedeutsame Beziehungen. Vor allem sind ihre Grundlagen von den Naturwissenschaften geschaffen, und ihre Entstehung und ihr Werdegang sind aufs engste verknüpft mit Namen wie *Galvani*, *Volta*, *Faraday*, *Oerstedt*, *Ampère*, *Ohm*, *Kirchhoff*, *Joule*, *Maxwell*, *Hertz* u. a. m. Aber auch im Laufe der Entwicklung haben die Naturwissenschaften der jungen, immer mehr erstarkenden Elektrizitätsversorgungsindustrie helfend und fördernd zur Seite gestanden, wie es umgekehrt heute keinen Zweig der Naturwissenschaften gibt, der der elektrischen Arbeit als Helferin entraten kann. Als Elektrizitätsquelle bei der Ausführung naturwissenschaftlicher Arbeiten kommen neben elektrochemischer und elektrodynamischer Erzeugung am Orte des Gebrauchs, die jedoch allmählich in den Hintergrund getreten ist, fast ausschließlich die öffentlichen Elektrizitätswerke in Frage; eine Darstellung über die Entwicklung, den Stand und die Zukunft der öffentlichen Elektrizitätsversorgung in Deutschland dürfte daher in diesen Blättern von Interesse sein und dies um so mehr, als hierbei nicht nur Fragen höchster wirtschaftlicher und politischer Bedeutung, sondern auch weittragende wissenschaftliche Probleme zu berühren sind.

I.

Nachdem Forschung und Wissenschaft die Grundsätze, nach denen die Elektrizität in Erscheinung und Wirkung tritt, festgestellt hatten, waren es hauptsächlich drei Männer, die die Nutzbarmachung dieser Naturkraft im Dienst der Allgemeinheit verwirklichten: *Siemens*, *Edison*, *Rathenau*. *Siemens* hat durch die Erfindung der selbsterregenden Dynamomaschine die Erzeugung elektrischer Arbeit in größerem Maßstabe in technisch und wirtschaftlich zweckmäßiger Weise ermöglicht, *Edison* durch die Erfindung der Glühlampe einen gangbaren Weg für eine vorteilhafte Verteilung der elektrischen Beleuchtung gewiesen und *Rathenau* hat zum ersten Male das Wagnis unternommen, beide Erfindungen in größerem Maßstabe wirtschaftlich zu verwerten und der Allgemeinheit dienstbar zu machen. Dies geschah im Jahre 1884 durch die Errichtung der Berliner Elektrizitäts-Werke, die als erstes Unternehmen in

Deutschland elektrische Arbeit gegen Entgelt unter Benutzung öffentlicher Wege an jedermann, wenn auch zunächst in begrenztem Umfang, abgaben. Diese Gründung leitet somit das Zeitalter der Elektrizitätsversorgung ein. Nur zögernd folgten dem von *Rathenau* gegebenen Beispiel zunächst andere Privatunternehmer und Gemeindeverwaltungen, denn zahlreiche technische und wirtschaftliche Schwierigkeiten waren noch zu überwinden.

Zunächst galt es, den Aufbau der Maschinen, Leitungen, Schalt- und Meßapparate auszugestalten; dabei fehlte es nicht nur an Erfahrungen, sondern auch vielfach an den wissenschaftlichen Grundlagen, namentlich der auftretenden Nebenwirkungen und Fehlerquellen und es bedurfte langjährigen und unausgesetzten Zusammenarbeitens zwischen Praxis und Wissenschaft, um zu brauchbaren Lösungen zu gelangen. Daneben blieben zahlreiche technische Fragen den Ingenieuren allein überlassen; die Verhinderung der Funkenbildung an den Gleichstrommaschinen, die Durchführung eines ungestörten Parallelbetriebes der Gleichstrom-, später der Wechselstrommaschinen, die Auffindung der zweckmäßigen Spannungen, die Durchbildung der Wechselstromapparate u. a. m. füllen diesen ersten Zeitraum der Entwicklung aus, der etwa über das Jahr 1890 hinausreicht.

Auch in wirtschaftlicher Hinsicht galt es, zahlreiche Probleme bei der Betriebsführung und der Verwaltung der jungen Unternehmungen zu überwinden. Die Wahl der richtigen Betriebskraft und Maschinengröße, die Beeinflussung und Umbildung des allgemeinen Maschinenbaues, die Ausbildung wirtschaftlich günstiger Preisstellung bei dem Verkauf der elektrischen Arbeit waren Aufgaben, die ausschließlich auf Grund von Erfahrungen im Laufe der Zeit zu lösen waren. Daß es gelang, zeigt der Gang der Entwicklung. Immer größer wurde die Zahl der Ortschaften, die sich mit elektrischer Arbeit versorgen ließen, immer ausgedehnter der Wirkungskreis der einzelnen Elektrizitätswerke und immer umfassender das Anwendungsgebiet der elektrischen Beleuchtung.

Während die Werke zunächst fast nur zu Luxus-Beleuchtungszwecken ausgenutzt wurden, begann man allmählich die Vorteile der elektrischen Beleuchtung in weiteren Kreisen zu schätzen und insbesondere die gewaltige Bedeutung der elektrischen Kraftbetriebe zu erkennen und bemühte sich, mit Erfolg dem elektrischen Strom zunächst im Handwerk Eingang zu verschaffen. Diese Aufgaben kennzeichnen unge-

fähr den nächsten Zeitraum in der Entwicklung der Elektrizitätsversorgung, der etwa bis zum Jahre 1900 zu rechnen ist; seine wesentlichen Merkmale sind demnach die Ausbreitung der elektrischen Beleuchtung nicht nur zu Luxus-, sondern auch zu Gebrauchszwecken; das Eindringen des elektrischen Kraftbetriebes in Handwerk und Kleinindustrie, sowie die Beschränkung der Versorgung auf den nächsten Umkreis der Kraftwerke innerhalb der Grenzen des jeweiligen Gemeindegebietes.

Neben diesen Problemen, die ausschließlich den Techniker und zum Teil auch den Forscher beschäftigten, spielte noch eine Frage wirtschaftspolitischer Natur eine große Rolle, nämlich wer Träger der Elektrizitätsversorgung sein sollte, der Privatunternehmer oder die Gemeinde. Zweifellos hat zunächst die Privatindustrie das infolge der geschilderten Schwierigkeiten nicht geringe Wagnis übernommen, nur zögernd machten sich die Gemeindeverwaltungen selbst ans Werk, vielfach zogen sie es jedoch vor, die Elektrizitätsversorgung dem Privatgewerbe zu überlassen und ließen es im allgemeinen bei der Erkenntnis bewenden, daß die Entscheidung nicht grundsätzlich zu fällen sei, sondern von den örtlichen Verhältnissen abhängen müsse. Noch im Jahre 1900 war von 39 Städten mit weniger als 100 000 Einwohnern die Elektrizitätsversorgung bei 26 in privater und nur bei $\frac{1}{3}$ in öffentlicher Verwaltung.

Ein neuer Aufschwung der Entwicklung setzte etwa ein Jahrzehnt nach der Frankfurter Ausstellung im Jahre 1891 ein, nachdem dort die Durchführbarkeit der Kraftübertragung auf weite Entfernungen erwiesen worden war. Dadurch war die Möglichkeit gegeben, auch kleinere und kleinste Ortschaften, für die die Errichtung eines eigenen Kraftwerkes unwirtschaftlich ist, mit elektrischer Arbeit zu versorgen, die Kraftwerke an wirtschaftlich günstige Plätze zu verlegen und so durch Zusammenfassung der Erzeugung und Vergrößerung des Umsatzes die Kosten der Stromerzeugung zu verbilligen. Die technischen Voraussetzungen waren durch die Ausbildung der Dampfturbine, die Einführung des Drehstromsystems und durch die Vervollkommenung des Hochspannungsleitungsmaterials, der Schaltapparate und Transformatoren, die wirtschaftlichen Voraussetzungen durch die Erfindung der stromsparenden Nernst-, Osmium- und anderen Metallfadenlampen, sowie durch die Vervollkommenung des allgemeinen Maschinenbaues gegeben, der für den elektromotorischen Antrieb geeignete Arbeitsmaschinen auf allen Gebieten gewerblicher Tätigkeit zur Verfügung stellte. Die Unternehmungen waren jetzt in den Stand gesetzt, nicht bloß ihre Versorgungsgebiete räumlich weit über die Ortsgebiete hinaus auszudehnen, sondern auch neben der allgemeinen Lichtversorgung und der Kraftlieferung an das Klein-

gewerbe die Energieversorgung der Landwirtschaft und der Großindustrie zu übernehmen.

II.

Die folgenden Zahlenangaben veranschaulichen die Entwicklung in Deutschland bis zum Jahre 1913:

	1895	1900	1906	1913
Anzahl der Werke	148	652	1338	4040
Anzahl der versorgten Ortschaften.	150	870	3000	175 000
Leistungsfähigkeit der Kraftwerke KW.	40 000	230 000	720 000	2 100 000
Anlagekapital in Mill. Mark ...	100	400	1400	2500
Zahl der angeschlossenen Glühlampen.	500 000	2 600 000	8 200 000	24 500 000
Zahl der angeschlossenen Bogenlampen.	12 000	50 000	155 000	230 000
Lichtanschlußwert KW.	31 000	156 000	490 000	1 300 000
Kraftanschlußwert KW.	5 000	96 000	340 000	2 400 000
Gesamtanschlußwert KW.	36 000	252 000	830 000	3 700 000
Verkaufte Kwstd. (Mill.)	80	140	720	2 800

Diese Zahlen zeigen nicht bloß den raschen Aufschwung der Elektrizitätsversorgung an sich, sie spiegeln auch deutlich die wesentlichen Merkmale der Entwicklung wieder. So z. B. zeigt der Vergleich der beiden letzten Reihen, wie gewaltig die Erfindung der stromsparenden Metallfadenlampe die Verwendung des Glühlichtes gegenüber der des Bogenlichtes gefördert hat. Während sich die Zahl der Glühlampen in dem Zeitraum von 1906—1913 verdreifacht hat, ist die der Bogenlampen nur um etwa 50 % gestiegen und befindet sich seitdem sogar im Abnehmen.

Weiter ist das allmähliche Überwiegen der Kraftversorgung über die Lichtstromlieferung ersichtlich. Während im Jahre 1895 der Lichtanschlußwert das 6 fache, im Jahre 1900 noch das $1\frac{1}{2}$ fache des Kraftanschlußwertes betrug, überwiegt heute der letztere fast um das Doppelte. — Vergleicht man ferner das Jahr 1900 mit dem Jahre 1913, so sieht man deutlich die Entwicklung zur Fernversorgung, indem von einem Werk früher durchschnittlich 1,35, zuletzt 4,35 Ortschaften versorgt wurden. Die durchschnittliche Größe eines Kraftwerkes betrug im Jahre 1900 352 KW, dagegen 520 KW im Jahre 1913, ein Zeichen für die vermehrte Zusammenfassung der Krafterzeugung. Letzteres wird noch deutlicher, wenn man auf Grund eingehenderer Betrachtung der statistischen Unterlagen berücksichtigt, daß ungefähr $\frac{3}{4}$ der Gesamtleistungsfähigkeit der

deutschen Elektrizitätswerke sich auf nur 103 größere Werke mit einer Einzelleistungsfähigkeit von über 5000 KW verteilt. Die übrigen 3900 Werke verfügen zusammen nur über eine Leistung von rd. 540 000 KW oder durchschnittlich von je 140 KW, wir sehen uns also noch immer einer viel zu weitgehenden Zersplitterung der Elektrizitätserzeugung gegenüber. Dies ist aber noch viel mehr der Fall, wenn man nicht nur, wie in der obigen Zusammenstellung, die öffentlichen Elektrizitätswerke allein, d. h. solche Unternehmungen, die unter Benutzung öffentlichen Grund und Bodens elektrische Arbeit an andere verkaufen, in den Kreis der Betrachtung zieht, sondern auch die sogenannten Einzelanlagen, d. h. die gewerblichen Betriebe, die elektrische Arbeit nur für den eigenen Bedarf erzeugen, wie größere Hotels, Warenhäuser und vor allem Fabriken. Die Zahl und Leistung dieser letzteren Anlagen übertrifft die der öffentlichen Werke noch um ein Vielfaches; ihre Leistungsfähigkeit wurde im Jahre 1913 auf rd. 8 Millionen Kilowatt geschätzt, ihr Verbrauch auf rd. 10 Milliarden Kilowattstunden, während die Abgabe der öffentlichen Werke an die Verbraucher noch nicht 3 Milliarden Kilowattstunden betrug.

Über den Stand der öffentlichen Elektrizitätsversorgung in den einzelnen Bundesstaaten im Jahre 1913 gibt die nachfolgende Zahlentafel Aufschluß; die Angaben sind auf Grund der vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Statistik der Elektrizitätswerke Deutschlands nach dem Stand vom 1. April 1913 zusammengestellt bzw. berechnet.

(Unter „versorgter Einwohnerzahl“ [Spalte 3] ist die Einwohnerzahl der mit elektrischer Arbeit versorgten Orte bzw. Ortsteile zu verstehen. Die Zahlen in Spalte 5 [Lichtanschlußwert pro Einwohner], Spalte 7 [Gesamtanschlußwert pro Einwohner], Spalte 10 [nutzbare Abgabe in Kwstd. pro Einwohner] sind ermittelt, indem nur die Angaben derjenigen Orte, von denen jeweils zuverlässige und zusammengehörige Berichtszahlen vorlagen, zugrunde gelegt wurden. Die Gesamtwerte [Spalten 6, 8 und 11] wurden rückwärts unter Benutzung der errechneten Einheitszahlen und der gesamten versorgten Einwohnerzahl errechnet. Hieraus erklären sich die Abweichungen der Endzahlen von der vorhergehenden Zusammenstellung.)

Die Zusammenstellung zeigt, daß hinsichtlich der Versorgung mit elektrischer Arbeit in den einzelnen Landesteilen nicht unbeträchtliche Unter-

Staaten	Gesamt-Einwohnerzahl (in 1000)	Versorgte Einwohnerzahl (in 1000)	Prozent	Lichtanschluß pro Einw. in Watt	Gesamt-Anschlußwert für Licht KW	Gesamt-Anschluß pro Einw. in Watt	Gesamt-Anschlußwert KW	Lichtanschluß in % des Gesamtanschlusses	Abgegebene Kwstd. pro Einwohner	Gesamte abgegebene Kwstd. in 1000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Königreich Preußen	41 301	26 964	65	30	810 000	97	2 620 000	31	60,6	1 640 000
„ Bayern	6 887	3 724	54	29	108 000	93	346 000	32	52,4	194 500
„ Sachsen	4 807	4 679	97	25	117 000	80	374 000	32	35,1	164 000
„ Württemberg	2 438	2 073	85	27	56 000	93	192 500	29	46,3	95 900
Großherzogtum Baden	2 143	1 205	57	38	46 000	114	137 370	33	52,4	63 300
„ Hessen	1 282	858	67	34	29 200	88	75 500	39	53	45 500
„ Mecklenb.-Schwerin	640	238	37	35	8 320	77	18 300	45	27,9	6 640
„ Sachsen-Weimar	417	297	71	35	10 400	90	26 800	38	27,1	8 050
„ Mecklenburg-Strelitz	106	31	29	23	705	70	2 140	33	57	1 740
„ Oldenburg	483	195	40	36	7 020	65	12 700	55	27,9	5 450
Herzogtum Sachsen-Meiningen	279	144	52	24	3 460	75	10 800	32	21,1	3 040
„ Braunschweig	494	327	66	37	12 100	72	23 500	51	25,7	8 400
„ Sachsen-Altenburg	216	135	63	17	2 300	79	10 650	22	17,8	2 400
„ Sachsen-Coburg-Gotha	257	137	53	48	6 580	112	15 350	43	38	5 200
„ Anhalt	331	340	100	22	7 480	60	20 400	37	15,4	5 250
Fürstentum Schwarzb.-Sondershausen	90	31	35	20	625	72	2 250	28	15,6	488
„ Schwarzburg-Rudolstadt	101	14	13	48	651	100	1 362	48	34	461
„ Waldeck	62	18	30	29	528	45	820	64	22,4	408
„ Reuß ältere Linie	73	31	42	37	1 134	73	2 235	51	23	706
„ Reuß jüngere Linie	153	87	57	27	2 340	65	5 650	42	23	2 000
„ Schaumburg-Lippe	47	6	12	23	132	50	288	46	9,8	56
„ Lippe-Detmold	151	65	43	6	390	34	2 210	18	10,7	695
Freie und Hansestadt Lübeck	117	104	89	28	2 912	59	6 130	48	16,3	1 696
„ „ „ Bremen	300	298	99	50	14 900	113	33 700	44	57	17 000
„ „ „ Hamburg	1 015	873	86	57	49 600	155	135 000	37	49,8	43 500
Reichsland Elsaß-Lothringen	1 874	1 159	62	37	43 000	117	136 000	31	65,5	76 000
Gesamt . . .	66 061	44 034	67	30	1 320 000	95	4 170 000	32	54,5	2 380 000

schiede bestehen. Am weitesten fortgeschritten sind naturgemäß die Großstädte und die Orte mit ausgesprochener Industrie, während die dünnbevölkerten landwirtschaftlichen Gebiete wesentlich geringere Werte aufweisen. Im ganzen ergibt sich im Durchschnitt des Jahres 1913, daß auf jeden Einwohner des versorgten Gebietes ein Lichtanschlußwert von 30 Watt, d. h., eine Metallfadenlampe von 25 NK, und ein Gesamtanschlußwert von 95 Watt, d. h. also ein doppelt so hoher Kraftanschlußwert, zu rechnen ist. Als Durchschnittsverbrauch pro Einwohner ergeben sich 55 Kwstd. Um die Bedeutung dieser Zahl zu würdigen, sei angenommen, daß die Leistung einer Kilowattstunde der durchschnittlichen Leistung von 2 kg Kohlen entspricht, so daß der Verbrauch von 55 Kwstd. pro Kopf einem gleichwertigen Verbrauch von 110 kg Kohle gegenüberstehen würde. Der Gesamtverbrauch von Kohlen hat im Jahre 1913 in Deutschland rd. 191 Millionen Tonnen (umgerechnet auf den Heizwert von Steinkohle) oder rd. 2800 kg Kohlen pro Kopf der Bevölkerung betragen; von dem gesamten durchschnittlichen Energiebedarf pro Kopf werden also in den mit elektrischer Arbeit versorgten Gebieten bereits 4 % von den öffentlichen Elektrizitätswerken zur Verfügung gestellt; hierbei sind freilich die übrigen Energieträger, wie: Wasserkräfte, Petroleum, Spiritus, Benzin u. a. m. als von verhältnismäßig geringfügiger Bedeutung außer acht gelassen. Die Zahlen zeigen deutlich, welch ein gewaltiges Feld der Energieversorgung den öffentlichen Elektrizitätswerken noch offen steht.

Während des Krieges haben sich die Verhältnisse beim Verbrauch elektrischer Arbeit beträchtlich verschoben; in welchem Umfange dies der Fall ist, kann mangels zuverlässiger statistischer Nachweise nur geschätzt werden. Die Zahl der Werke und der versorgten Ortschaften hat sich nur unwesentlich erhöht, da die Knappheit an allen nötigen Baustoffen, namentlich an Kupfer, die Errichtung von Kraftwerken und ausgedehnten Leitungsnetzen verbot, obwohl die Ausbreitung der Elektrizitätsversorgung von allen Seiten dauernd dringend begehrt wird. Dagegen ist die Maschinenleistungsfähigkeit durch Errichtung einiger weniger Riesenkraftwerke bzw. Erweiterung bestehender Großwerke zur Stromlieferung für elektrochemische und elektrometallurgische Werke trotz des Krieges gewaltig gesteigert worden, eine in Anbetracht der ungeheuren Schwierigkeiten bewundernswerte Leistung der deutschen Elektroindustrie.

Bei der Mehrzahl der Werke ist vor allem der Anschlußwert für Beleuchtung infolge des Petroleummangels beträchtlich angewachsen; man kann hier mit einem Zugang von etwa 30 % rechnen. Dagegen ist der Verbrauch an Beleuchtungsstrom trotz der Erhöhung des Anschlußwertes infolge freiwilliger oder erzwungener Sparsamkeit vielfach stark zurückgegangen. Kraft-

anschlüsse wurden von seiten des Kleingewerbes vorübergehend weniger begehrt, um so mehr aber von der Landwirtschaft, wo der Ausfall an menschlicher oder tierischer Arbeitskraft auszugleichen ist, und von der Industrie, in der für die Anfertigung des Heeresbedarfes außerordentliche Kraftmengen benötigt werden; hier ist nicht nur der Kraftbedarf an sich gewachsen, sondern vielerorts hat sich auch die Industrie infolge der wachsenden Schwierigkeiten bei der Beschaffung der Betriebsstoffe und Arbeitskräfte veranlaßt gesehen, die vorhandenen Einzelanlagen stillzusetzen und die erforderlichen Energiemengen aus den öffentlichen Elektrizitätswerken zu beziehen. Infolgedessen ist im ganzen der Verbrauch an elektrischer Arbeit aus öffentlichen Elektrizitätswerken auf ein Vielfaches der Friedensleistung angewachsen; dies würde noch in höherem Maße der Fall sein, wenn die Werke imstande gewesen wären, alle an sie gestellten Anforderungen zu erfüllen.

Die Einwirkungen des Krieges auf den Verbrauch elektrischer Arbeit sind aber von geringerer Bedeutung gegenüber den Problemen, die durch den Krieg auf technischem, wirtschaftlichem und politischem Gebiet in der Elektrizitätsversorgung aufgerollt worden sind. In technischer Hinsicht waren die Werke und die hinter ihnen stehenden Industrien gezwungen, den Verbrauch der hauptsächlichsten Bau- und Betriebsstoffe einzuschränken oder völlig durch andere zu ersetzen. Gerade die wichtigsten und früher für unersetzlich gehaltenen Stoffe, wie: Kupfer, Messing, Kautschuk u. a. m. sind fast restlos der Elektrizitätsindustrie entzogen, und doch ist es gelungen, in kürzester Zeit Ersatz in solchem Umfange und in solcher Beschaffenheit bereitzustellen, daß dringender Bedarf ohne Schwierigkeit befriedigt werden kann. Bedenklicher ist der Mangel an Betriebsstoffen, wie Kohlen und Öl, da Ersatz hierfür nur in geringem Umfang zu beschaffen ist; mannigfache Betriebseinschränkungen werden infolgedessen nicht zu umgehen sein.

Die zweite durch den Krieg hervorgerufene Schwierigkeit liegt auf wirtschaftlichem Gebiet und betrifft die Preisstellung. Die Verkaufspreise der Elektrizitätswerke sind fast ausnahmslos auf Grund der vor dem Kriege herrschenden Verhältnisse festgesetzt. Die gewaltige Verteuerung aller Betriebsstoffe einschließlich der Arbeitskräfte und die hierdurch bewirkte Geldentwertung einerseits, der Rückgang im Verbrauch infolge von Sparsamkeit oder behördliche Einschränkungen andererseits haben vielfach die Erträge der Elektrizitätswerke so wesentlich vermindert, daß sie gezwungen sind, durch Strompreiserhöhungen einen Ausgleich herbeizuführen. Dies ist ohne weiteres dort möglich, wo die Werke im Besitze der Gemeindeverwaltungen sind, die die Strompreise nach eigenem Ermessen festsetzen können, nicht aber bei Privatunternehmen, die durch Verträge gebunden sind. Meist

haben jedoch auch hier die Gemeindeverwaltungen in einsichtsvoller Würdigung der Sachlage ihre Zustimmung zu den geforderten Erhöhungen nicht verweigert.

Das dritte Problem endlich ist politischer Natur und hat zum Gegenstand die Frage, wer künftig Träger der Elektrizitätsversorgung sein soll, ob Staat oder Einzelunternehmer. Die Lösung dieser Frage ist von einschneidender Bedeutung für die zukünftige Entwicklung der Elektrizitätsversorgung, von der im folgenden noch kurz die Rede sein soll.

III.

Die zukünftige Entwicklung unserer Elektrizitätsversorgung hängt, wie unser gesamtes Wirtschaftsleben, in hohem Maße vom Ausgang des Krieges ab. Mit Gewißheit kann jedoch angenommen werden, daß der Verbrauch elektrischer Arbeit eine außerordentliche Zunahme erfahren wird. Einmal erfordert die Beschaffung des zurückgestellten Friedensbedarfes an Lebensmitteln, Kleidern, Wäsche, Geräten, Maschinen und dergleichen und der zweifellos einsetzende Hang zur Vorratswirtschaft eine gewaltige Kraftleistung schon von seiten der bereits vor und während des Krieges angeschlossenen gewerblichen Betriebe. Der durch den Krieg verschärfte Mangel an menschlichen und tierischen Arbeitskräften wird noch viel mehr als bisher auf die Verwendung von Maschinenkraft hindrängen; zudem haben gerade die Erfahrungen dieses Krieges die Vorteile des Bezuges elektrischer Arbeit aus öffentlichen Werken so offenbar werden lassen, daß, wie schon oben angedeutet, mit dem Anschluß zahlreicher industrieller Anlagen, die heute noch die Kraft in eigenem Betriebe erzeugen, zu rechnen sein wird.

Entsprechend diesen gesteigerten Anforderungen werden auch die Betriebsmittel der Elektrizitätswerke vermehrt werden müssen, wenn auch hierbei zunächst noch manche Beschränkung der Übergangswirtschaft hingenommen werden muß. Gleichzeitig wird man erhöhte Aufmerksamkeit einer zweckmäßigen Betriebsführung und der sparsamsten Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Betriebsmittel zuwenden, und, da alle Erfahrungen des Krieges die Vorteile einer möglichst weitgetriebenen Zusammenfassung der Krafterzeugung erwiesen haben, noch mehr als bisher die Elektrizitätserzeugung in dieser Richtung beeinflussen. Die Errichtung von Großkraftwerken an den Energiequellen selbst, an den Kohlengruben und Wasserkraften, und die Verteilung der dort gewonnenen Energie durch ausgedehnte Hochspannungsnetze, die gleichzeitig einen weitgehenden Kraftausgleich ermöglichen, werden im Mittelpunkt der wichtigsten Erwägungen in bezug auf unsere Kraftwirtschaft stehen und nicht nur die engere Fachwelt und die Volkswirtschaftler, sondern auch die Wissenschaft und die Politik beschäftigen. Der Wissenschaft werden durch die Aufgabe, unsere

Kohlenschätze noch sparsamer als bisher, z. B. durch die Vergasung, auszunutzen, Probleme von weittragender Bedeutung geboten. Die Politik wird sich eingehend mit dieser Frage beschäftigen müssen, da eine elektrische Großwirtschaft in dem angedeuteten Sinne ohne staatliche Unterstützung und Regelung in gewissem Umfang nur langsam und unvollkommen durchgeführt werden könnte.

Das Eingreifen des Staates in die Elektrizitätswirtschaft ist erst seit einigen Jahren in den Kreis der Erörterungen gezogen worden. Zwar ist der Streit über die zweckmäßigste politische Gestaltung der Elektrizitätswirtschaft so alt wie diese selbst, es hat sich aber, wie bereits oben erwähnt, bis vor wenigen Jahren hauptsächlich nur darum gehandelt, ob die Gemeindeverwaltungen oder Privatunternehmungen die Elektrizitätsversorgung in Händen haben sollen; nur vereinzelt kamen auch staatliche Verbände höherer Ordnung, also Gemeindeverbände, Kreise und Provinzen in Frage, der Staat jedoch als solcher hielt sich trotz mannigfacher Mahnrufe von einer tätigen Beteiligung, überhaupt von wesentlichen Eingriffen, fern. Diese Sachlage änderte sich allmählich, als die Elektrizität mehr und mehr zum Gemeingut aller wurde, und die Werke ihren Wirkungskreis immer weiter, oft über die Landesgrenze hinaus, ausdehnten. Dazu kam, daß von gewissen Seiten, denen die durch das Wesen der Sache gebotene großkapitalistische Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft bedenklich schien, der Ruf nach einem Eingreifen des Staates immer lauter erscholl. Die Stufenleiter der hierbei erhobenen Forderungen beginnt mit dem Verlangen nach einem Zurückdrängen einzelner privatwirtschaftlicher Interessen, z. B. Beseitigung der Installationsmonopole, Ausbau ertragsarmer Gegenden, Revision der Strompreise und dergleichen, gelangt zu einer Beteiligung des Staates an den Erträgen, namentlich in Form von Besteuerung der elektrischen Arbeit und endigt bei einer völligen Monopolisierung der gesamten Elektrizitätswirtschaft von seiten des Reiches.

An Versuchen in irgendeiner Form von staatlicher Seite, in die Elektrizitätswirtschaft einzugreifen, hat es denn auch in den letzten Jahren nicht gefehlt. Eine ausführliche Schilderung der verschiedenen Maßnahmen würde hier zu weit führen; es genüge, anzudeuten, daß einzelne, namentlich süddeutsche Staaten, wie Baden, Bayern und Württemberg, sich bereits einen recht weitgehenden Einfluß auf die Elektrizitätsversorgung ihrer Länder teils durch Festsetzung der Bedingungen über den Ausbau, die Betriebsführung und die Strompreise, teils durch Übernahmerechte, teils durch Errichtung eigener Kraftwerke gesichert haben, daß das Königreich Sachsen sogar im Begriffe steht, die öffentliche Elektrizitätsversorgung des ganzen Landes selbst zu übernehmen, daß in Preußen infolge der Verschiedenheit in den einzelnen Landesteilen eine einheit-

liche Regelung noch nicht erfolgt ist. Die gegenwärtig von dem Staat gegenüber der Elektrizitätswirtschaft geforderten Maßnahmen haben teils die Besteuerung der elektrischen Arbeit, teils die Förderung der elektrischen Großwirtschaft, teils die gesamte Monopolisierung zum Gegenstand. Eine Besteuerung der elektrischen Arbeit, die bereits im Jahre 1908 den Reichstag beschäftigte, würde nicht nur verhältnismäßig unbedeutende Beträge erbringen, sie würde vielmehr die Elektrizitätsversorgung zugunsten anderer Kraftquellen wesentlich beeinträchtigen; sie scheint durch die Einführung der Kohlensteuer denn auch glücklich überwunden zu sein.

Die gesamte Monopolisierung der Elektrizitätswirtschaft, d. h. die Übernahme der Erzeugung und Verteilung der elektrischen Arbeit von Seiten der Staaten bzw. des Reiches begegnet in allen einsichtigen Fachkreisen den schwersten Bedenken; der Lahmlegung des gerade auf diesem Gebiete so erfolgreichen privaten Unternehmungsgeistes, der Gefahr einer staatlich bürokratischen Betriebsführung würden nur unbedeutende Erträge ohne alle weiteren Vorteile gegenüberstehen. Die Monopolisierung wird daher auch nur von Theoretikern gefordert, die den wirklichen Verhältnissen fremd gegenüberstehen. Dagegen würde die Förderung der Großwirtschaft durch Errichtung von Großkraftwerken und Verbindungsnetzen, sei es auf Kosten des Staates, sei es mit seiner Unterstützung, die natürliche Entwicklung begünstigen und könnte neben den erwünschten Erträgen zugleich für den Staat eine Grundlage schaffen, die ihm in ferner Zeit ein weiteres Eingreifen, sofern sich dies als zweckmäßig und nötig erweisen sollte, ermöglichen würde.

Friedrich Robert Helmert.

Von Prof. Dr. W. Schweydar, Berlin-Potsdam.

Am 15. Juni 1917 starb nach zehnmonatigem Krankenlager der Direktor des Preuß. Geodätischen Instituts und des Zentralbureaus der Internationalen Erdmessung in Potsdam, Geheimer Oberregierungsrat Prof. Dr. Dr.-Ing. *Helmert*. Wir verlieren in ihm einen an Erfolgen reichen Forscher, der im In- und Auslande als der Großmeister der Geodäsie verehrt wurde. Er hat nicht nur seiner speziellen Wissenschaft neue Wege fruchtbarer Entwicklung gewiesen, sondern auch auf den Nachbargebieten der Geophysik und Geologie fördernd und anregend gewirkt.

Helmert wurde am 31. Juli 1843 zu Freiberg i. Sa. geboren. Nach dem Besuch der Bürgerschule seiner Vaterstadt und der Annenrealschule in Dresden studierte er an dem Polytechnikum in Dresden von 1859—1863, das ihm bei seinem Abgange die silberne Medaille und ein Reisestipendium verlieh. Sein Lehrer *Nagel* ver-

schaftete ihm frühzeitig die Stellung eines Assistenten bei der sächsischen Gradmessung, die er bis 1866 inne hatte. Nach einem kurzen Studium an der Universität in Leipzig erwarb er 1868 den Doktorgrad mit der Dissertation „Studien über rationale Vermessungen“, die sein tiefes Verständnis für die Aufgaben der Geodäsie und seinen kritischen Geist verriet. Von 1869 bis 1870 beschäftigte er sich als Observator der Hamburger Sternwarte mit astronomischen Arbeiten. Im Jahre 1870 erhielt er den Ruf als ordentlicher Lehrer der Geodäsie an die Technische Hochschule in Aachen. Als General *Baeyer* 1885 starb, wurde *Helmert* am 1. Januar 1886 kommissarisch mit der Leitung des Geodätischen Instituts in Berlin betraut und im April 1887 zum Direktor und ordentlichen Professor der Geodäsie an der Universität ernannt. Die von dem verdienten General *Baeyer*, dem Gründer des Geodätischen Instituts (1869) ins Leben gerufene Mitteleuropäische (1862) bzw. Europäische (1867) Gradmessung, erweiterte sich in demselben Jahre, in dem *Helmert* nach Berlin kam, zur Internationalen Erdmessung; das Geodätische Institut wurde nach den neuen Statuten Zentralbureau dieser Vereinigung, so daß *Helmert* auch Direktor dieses Zentralbureaus war. Im Jahre 1891 erhielt das Geodätische Institut auf Betreiben von *Helmert* auf dem Telegraphenberg bei Potsdam ein neues Heim, das nach *Helmerts* Plänen gebaut und in mustergültiger Weise für seine wissenschaftlichen und praktischen Zwecke ausgestattet wurde.

Zahlreich sind die äußeren Anerkennungen und Ehrungen, die ihm von der Wissenschaft, der eigenen und auswärtigen Regierungen zuteil wurden; 26 wissenschaftliche Vereinigungen und Akademien des In- und Auslandes erwählten ihn zum Ehren- bzw. auswärtigen Mitgliede. Im Jahre 1912 erhielt er die große goldene Medaille für Wissenschaft.

Es würde zu weit führen, wenn man hier alle Arbeiten und Erfolge *Helmerts* aufzählen wollte; es sei im folgenden nur das Wichtigste zusammengefaßt.

Helmert verfaßte sein erstes größeres Werk „Die Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate“ 1872, das 1907 in zweiter, umgearbeiteter Auflage erschien. Den Grundstein zu seinem Ruf als geodätische Autorität legte er durch das Werk „Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie“, das er in den Jahren 1880—1884 veröffentlichte. Durch die systematische und sorgsame Durcharbeitung der Aufgaben und Methoden der Geodäsie, die kritische Prüfung des Vorhandenen und das wesentlich Neue ist dieses Werk noch heute unübertroffen und zum gründlichen Studium der höheren Geodäsie unentbehrlich. Die Probleme und Ideen, die es birgt, bilden in der Hauptsache gewissermaßen das Programm der späteren Arbeiten und Anregungen *Helmerts*, mit

denen die Entwicklung und die Fortschritte der modernen Geodäsie verknüpft sind. *Helmerts* Hauptinteresse galt der Erkenntnis der Gestalt der mathematischen Erdoberfläche, des Geoids, und im engsten Zusammenhang hiermit allen Fragen betreffend die Konstitution des Erdkörpers. Teils mitarbeitend, teils anregend wirkte er bei dem Studium der Veränderlichkeit des Erdkörpers, wie sie durch die Lageänderung der Rotationsachse, die Flutkräfte und Elastizität des Erdmaterials bewirkt wird. Mit Rücksicht auf die hohe Bedeutung, die der Ausbreitung der Erdbebenwellen für die Erkenntnis der Konstitution der Erde zukommt, sorgte er für die Errichtung einer seismischen Station im Anschluß an das Institut.

Der erste Band seines Hauptwerks brachte einen wichtigen Fortschritt in der hypothesenfreien Bestimmung des Geoids. Wegen der leicht auszuführenden Breitenmessungen empfiehlt er die Bestimmung von Meridianprofilen des Geoids aus Lotabweichungen in Breite. Da das Geoid aus Neigungen gegen das Referenzellipsoid bestimmt wird, so gleicht das Verfahren einem Nivellement, das *Helmert* astronomisches Nivellement genannt hat. Werden die Profile dicht genug gelegt, so genügt ein Westostprofil ähnlicher Art, um eine graphische Darstellung des Geoids in dem untersuchten Gebiet durch Niveaukurven zu konstruieren. *Helmert* konnte an einigen Beispielen (Meridian des Brockens, Schneekoppe-Kolberg) die praktische Verwendbarkeit seiner Methode dartun. Da hierbei die Krümmung der Lotlinien noch nicht berücksichtigt war, hat *Helmert* in zwei der Akademie der Wissenschaften in Berlin vorgelegten Abhandlungen (1901, 1902) ein Verfahren angegeben, kleine Flächenstücke des Geoids aus Lotabweichungen mit Rücksicht auf die Lotkrümmung durch Verwendung der Schwerkraftmessungen zu bestimmen und dieses auf das Gebiet des Harzes angewandt. Zur Bestimmung der Erdgestalt in größeren Gebieten führte *Helmert* das Verfahren der astronomisch-geodätischen Netzausgleichung ein, das sich gegenüber den älteren Methoden dadurch auszeichnet, daß die von ihm nach *Laplace* benannten, außer in Breite auch in Azimut und Länge bestimmten Punkte und auch schiefe Bogen verwendet werden. Das Verfahren ist ausführlich von *Helmert* dargestellt in der Veröffentlichung „Lotabweichungen Heft I“ 1886. Hiernach wurde auch die europäische Längengradmessung in 52° Breite im Institut bearbeitet. Unter Benutzung der Ergebnisse des 1. Heftes der „Lotabweichungen“ konnte *Helmert* in Nizza 1887 der Erdmessung eine Übersicht der bekannten Lotabweichungen und eine erste Annäherung für das System der Lotabweichungen im ursprünglichen Gebiet der Mitteleuropäischen Gradmessung geben. Durch die Arbeiten des Zentralbureaus unter *Helmerts* Leitung wurde das ursprüngliche Ziel der Europä-

ischen Gradmessung, die Landesarbeiten zu einem Resultat bezüglich der Erdgestalt zusammenzufassen, erst verwirklicht.

Neben diesen geometrischen Methoden widmete sich *Helmert* mit erhöhtem Interesse der leistungsfähigeren, auf Schweremessungen beruhenden Methode, die Erdfigur abzuleiten. Er nahm in das Arbeitsprogramm des Instituts die Pendelbeobachtungen auf, die seit der Einführung der handlichen v. Sterneckschen Pendel großen Umfang annahmen. Durch sorgfältige Untersuchungen der Fehlerquellen und Konstruktionsänderungen wurde die Methode der relativen Schweremessung im Geodätischen Institut auf eine hohe Stufe der Genauigkeit gebracht. Er regte die Bestimmung des absoluten Wertes der Schwerkraft im Institut an und gab in seinen „Beiträgen zur Theorie des Reversionspendels“ 1898 die theoretische Grundlage hierzu. So wurde das Institut eine wichtige Basis für die Messungen der Schwerkraft.

Das bis 1900 reich angesammelte Beobachtungsmaterial benutzte *Helmert* zur Bestimmung der Konstanten der Clairautschen Formel für die Abhängigkeit der Schwere von der geographischen Breite und kam zu dem fundamentalen Ergebnis, daß das Geoid Abweichungen von nur etwa ± 100 m gegen ein Umdrehungsellipsoid aufweist, dessen Abplattung 1 : 298,3 in. naher Übereinstimmung mit dem aus der Präzessionskonstante theoretisch abgeleiteten Wert beträgt. Die von *Helmert* vorgeschlagene Messung der Schwere auf hoher See bestätigte dieses Resultat und erhob die Prattische Hypothese der Isostasie der Erdrinde zur Gewißheit. Es war ihm noch vergönnt, seine letzten Untersuchungen über den Verlauf der Schwerkraft längs der Erdoberfläche auf Grund des seit 1900 stark angehäuften Materials von Pendelmessungen abzuschließen und die schönen Ergebnisse in einer 1915 der Akademie der Wissenschaften vorgelegten Abhandlung uns zu hinterlassen. Nach der neuen Formel für den Verlauf der Schwere im Meeresniveau ist die Erde ein dreiaxsiges Ellipsoid; die größere Achse der Äquatorellipse fällt nahezu in den Meridian von Ferro, die kleinere auf die Südseite von Vorderindien. Ihre Differenz beträgt 230 m. Die mittlere Abplattung der Meridianellipse findet er in noch besserer Übereinstimmung mit dem theoretischen Wert zu 1 : 296,7. Die Reduktion der Schwere auf das Meeresniveau wird von ihm mehrfach, je nach dem Zweck, dem der gemessene Wert dienen soll, behandelt. Zur Charakteristik der Massenstörungen führte er eine komprimierte Schicht im Meeresniveau, die sogen. ideelle störende Schicht, ein. Bedeutsam sind diesbezüglich seine Untersuchungen über die Schwere in den Alpen, die in der berühmten Abhandlung „Die Schwerkraft im Hochgebirge“ 1890 enthalten sind und der Geologie neue Gesichtspunkte zur Erkenntnis der Konstitution der Erdrinde liefern. In dieser Arbeit ist zum ersten Mal die

strenge Reduktion eines Nivellements mit Hilfe der Schwerkraftswerte durchgeführt.

Die isostatische Reduktion der Schwere und die Theorie des Gleichgewichts der Erdrinde (Isostasie) hat ihn in mehreren Abhandlungen ganz besonders beschäftigt; es sei nur auf seine schönen Ergebnisse über den Verlauf der Schwerkraft an den Küsten und die Bestimmung der Tiefe der isostatischen Ausgleichsfläche zu 120 km hingewiesen. Die wesentlichen Fortschritte auf dem Gebiete der Schweremessung sind in einem größeren Artikel „Die Schwerkraft und die Massenverteilung der Erde“ in der Enzyklopädie der math. Wiss. Bd. VI von ihm zusammengefaßt.

Zwei kritische Abhandlungen (1906, 1911) sind der Größe der Erde gewidmet.

Bei seinem lebhaften Interesse für die Veränderlichkeit des Erdkörpers nahm er hervorragenden Anteil an dem größten Unternehmen der Internationalen Erdmessung, der Beobachtung und dem Studium der Schwankungen der Rotationsachse. Er schuf die Grundlagen für die numerische Ableitung der Polbahn und förderte das Problem durch Anregung und Erweiterung der Organisation der Beobachtungen. Auch dem Studium der Deformation und Elastizität der Erde war er jederzeit förderlich.

Helmert zeigte für alle Fragen auf mathematisch-naturwissenschaftlichem Gebiet lebhaftes Interesse; er hat in den letzten Jahren oft bedauert, daß es ihm nicht mehr möglich sei, die neueren Methoden und Probleme der Mathematik und Physik genauer zu studieren. Im Gespräch wirkte er außerordentlich anregend, und stets war er bemüht, die Ideen anderer, namentlich die Selbstständigkeit Jüngerer zu unterstützen. Seine schnelle Auffassungsgabe und sein Sinn für peinliche Ordnung erleichterten ihm neben seinen wissenschaftlichen Arbeiten die Führung der umfangreichen Geschäfte des Instituts und des Zentralbureaus. Er war voller Güte und Menschenliebe und suchte überall zu helfen; seine sympathische Persönlichkeit erwarb ihm in weiten Kreisen Zuneigung und Verehrung und sichert ihm eine treue und dankbare Erinnerung.

Besprechungen.

Mehmke, Rudolf, Leitfaden zum graphischen Rechnen.

Sammlung mathematisch-physikalischer Lehrbücher, herausgegeben von E. Jahnke. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1917. VIII, 152 S., 121 Figuren und 1 Kurve. Preis geh. M. 4,80, geb. M. 5,40.

Der Leitfaden zerfällt in zwei Hauptteile: I. Gewöhnliche Rechnungen und Auflösung von Gleichungen. II. Integration und Differentiation. Jeder von beiden ist unterteilt in A. Anwendung gewöhnlicher, B. logarithmischer Maßstäbe.

Die in IA entwickelten Verfahren laufen praktisch auf Seilecke und Zerlegung von Vektoren nach vorgeschriebenen Richtungen hinaus. Die Auflösung linearer Gleichungen wird von vornherein in diesem Sinne gedeutet, wobei im Falle von 3 und mehr Un-

bekannten die darstellende Geometrie des Raumes von 3 und mehr Dimensionen benutzt wird. Anhangsweise, vermutlich weil es sich dieser Betrachtungsweise nicht einordnet, wird sodann das Lillsche Verfahren zur Auflösung algebraischer Gleichungen dargestellt und auf quadratische Gleichungen insbesondere angewandt.

Die in IB entwickelte Methode der logarithmischen Maßstäbe verwendet an Stelle von x, y ihre Logarithmen ξ, η , betrachtet also an Stelle der üblichen graphischen Darstellung von $y=f(x)$ diejenige von $\eta=\log f(e^{\xi})$. Dadurch wird zunächst das „logarithmische Bild“ von $y=ax^m$ zu einer Geraden, $\eta=\alpha+m\xi$. Das logarithmische Bild einer ganzen Funktion $y=a_1x^{m_1}+a_2x^{m_2}+\dots$ gewinnt man aus den geradlinigen Bildern der Einzelglieder durch eine graphische Übertragung der Gaußschen Additions- und Subtraktionstafel, im wesentlichen mittels des logarithmischen Bildes der Funktion $y=1+x$, das dem Buch als besonderer Tafelanhang beigegeben ist. Die Behandlung von Gleichungen mit mehreren Unbekannten benutzt wiederum die darstellende Geometrie von 3 und mehr Dimensionen und stützt sich auf die einfache Tatsache, daß das logarithmische Bild von $z=ax^m y^n$ eine Ebene $\zeta=\alpha+m\xi+n\eta$ ist.

Anhangsweise werden die geometrischen Eigenschaften der logarithmischen Bilder, insbesondere die Bedeutung einfacher Transformationen, wie Parallelverschiebung, Spiegelung, Affinität usw. untersucht, wobei die zuvor gewonnenen Ergebnisse wesentlich vertieft und insbesondere für drei- und viergliedrige Gleichungen halbmechanische elegante Auflösungsverfahren gewonnen werden.

Abschnitt IIA bringt die hinreichend bekannten Verfahren zur graphischen Quadratur (α) und Differentiation (β), sodann die Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen erster (γ) und höherer (δ) Ordnung. Die letzteren werden auf Systeme von Gleichungen erster Ordnung zurückgeführt, die in (γ) durch mehrdimensionale Betrachtungen und darstellend-geometrische Methoden behandelt sind. Die Anwendung logarithmischer Maßstäbe in IIB ist nur noch kurz skizziert. Ihre Bedeutung für Integrationsprobleme reicht an diejenige für Gleichungsauflösung anscheinend nicht heran.

Der Inhalt des Bändchens ist ein sehr reichhaltiger und anregender, zumal Abschnitt I mit zahlreichen Beispielen ausgestattet ist. Mit besonderer Liebe scheint Verfasser den Abschnitt IB behandelt zu haben. Doch fürchtet Referent, daß die geistige Arbeit, die an die völlige Beherrschung der logarithmischen Methode gewandt werden muß, dem Praktiker einen übermäßigen Zeitaufwand verursachen dürfte. Allgemein scheint ja, nicht zuletzt infolge der Konkurrenz der Rechenmaschinen, das graphische Rechnen den Höhepunkt seiner Beliebtheit überschritten zu haben: selbst so durchsichtige und einfache Methoden, wie diejenigen der graphischen Statik, machen vielfach wieder rechnerischen Verfahren Platz, obwohl bei ihnen die geometrische Deutung bereits durch die Problemstellung unmittelbar gegeben und nicht nachträglich untergelegt ist.

Dagegen sollte das Buch um des Abschnitts IIA willen schon dem Anfänger in Differential- und Integralrechnung zur Ergänzung rein rechnerischer Methoden vorgelegt werden. Auch heute noch ist der Begriff des „Integrierens“ in ganz ungerechtfertigtem Maße mit demjenigen umfangreicher Rechnerei und mehr oder meist weniger methodisch verständlicher Umformungskunststücke verbunden. Was z. B. in

II A γ über die Anordnung der durch eine Differentialgleichung $f(x, y, y') = 0$ definierten Linienelemente mittels Isoklinen, Leit- und Strahlkurven gesagt ist, müßte bei jeder theoretischen Darstellung gleich zu Anfang geboten werden, um von dem Sinn einer Differentialgleichung sogleich eine anschauliche Vorstellung zu übermitteln.

Gerhard Hessenberg, Breslau.

Mathatschek, Fr., Gletscherkunde. Sammlung Göschel. H. 154. 2. Aufl. 1917. 120 S., 5 Abbild. und 16 Tafeln. Preis M. 1,—.

Der Prager Geograph, der u. a. durch Gletscher- und Eiszeitstudien in asiatischen Faltengebirgen bekannt ist, läßt seinen kurzgefaßten, gemeinverständlichen Abriß über die Lehre von den Gletschern in 2. Auflage erscheinen. Das Heft bringt in klarer Sprache eine anregende Darstellung aller in Betracht kommenden Tatsachen und eine treffliche Übersicht über die sie erklärenden Theorien, wobei der Leser über den modernsten Standpunkt dieses nicht einfachen Kapitels der physischen Erdkunde unterrichtet wird. Eine anschauliche Schilderung des Idealmodells eines alpinen Talgletschers und die Ableitung des Begriffs Schneegrenze macht zusammen mit einer kurzen Übersicht über die Gletschertypen der Gegenwart den ersten Abschnitt. Es folgt die Betrachtung von Ernährung sowie Abtragung auf Oberfläche, im Innern und auf dem Grunde, der dadurch bedingten Formen der Gletscheroberfläche und des Gletscherbaches. Der dritte, sehr wichtige und sehr anschaulich geschriebene Abschnitt behandelt die Struktur des Gletschermaterials. Darauf folgt die Gletscherbewegung, ihre Tatsachen und Theorien. Im fünften Abschnitt, in dem die Moränen und fluvio-glazialen Bildungen zur Besprechung kommen, leitet Verfasser, *Penck* folgend, die glaziale Erosion an der Gletschersohle von der Existenz reichlicher Grundmoräne unter Gletschern mit geringer oder gar keiner felsigen Umräumung ab. Eine ausführlichere Übersicht über die heutige geographische Verbreitung der Gletscher interessiert auch den Fachmann durch ihre knappe Darstellung zahlreicher Einzelheiten. Ein kurzes Kapitel über das so aktuelle Thema „Gletscher- und Klimaschwankungen in historischer Vergangenheit“ macht den Schluß. Die Besprechung der eiszzeitlichen Vergletscherungen wird folgerichtig überall vermieden. Ihr ist ein anderes, ebenfalls soeben in 2. Auflage erschienenenes Göschelheft gewidmet.

Hans Lautensach, Hannover.

Cranz, C., Lehrbuch der Ballistik. I. Bd. Äußere Ballistik oder Theorie der Bewegung des Geschosses von der Mündung der Waffe bis zum Eindringen in das Ziel. In 2. Auflage herausgegeben von Geheimrat C. Cranz unter Mitwirkung von Hauptmann K. Becker. Leipzig, B. G. Teubner, 1917. XVI, 528 S., 184 Fig. im Text und vier Lichtdrucktafeln. Preis geh. M. 19,—, geb. M. 20,—.

Die neue Auflage des seit langer Zeit als *Hauptwerk* auf diesem Gebiete anerkannten Lehrbuches der Ballistik von Geheimrat C. Cranz erscheint gerade zu einer Zeit, in der das Interesse an artilleristischen Dingen besonders groß ist. Es bietet sowohl die theoretische äußere Ballistik wie auch eine praktische Anleitung zur Verwertung der Beschußergebnisse in den Schußtafeln. Hierfür konnte der Herausgeber wohl keinen geeigneteren Mitarbeiter finden als den aus einem reichen Schatz wohlverarbeiteter Erfahrung schöpfenden Hauptmann Becker, der wie Geheimrat Cranz in der Artillerie-Prüfungs-Kommission tätig ist.

Das Werk hat mit einem etwas ungleichartigen

Leserkreise zu rechnen, und dieser Umstand läßt eine gewisse Inhomogenität in der Behandlung des Stoffes unvermeidlich erscheinen. Gewisse Abschnitte konnten so elementar gehalten werden, daß ein fortgeschrittener Schüler sie ohne weiteres verstehen kann, wie zum Beispiel die Ausführungen über die Bewegung im luftleeren Raum und über die Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, während andere, wie etwa die Darstellung der Eulerschen Methode, auch für den Mathematiker, etwas knapp und nicht ohne weiteres durchsichtig ist. Überhaupt ist dem Rez. von Offizieren wiederholt bestätigt worden, daß die Anforderungen, die hier an den nicht mathematisch vorgebildeten Leser gestellt werden, doch verhältnismäßig hoch sind.

Was nun das für Kriegsverhältnisse recht gut gedruckte und mit ganz vorzüglichen Tafeln ausgestattete Werk im Einzelnen betrifft, so beginnt es mit ganz einfachen Dingen, nämlich der Darstellung der Wurfbewegung im luftleeren Raum. Schon hier findet der Leser mancherlei Interessantes auf einem Gebiete, dessen Behandlung nur scheinbar rein didaktischen Zwecken dient. In der Tat zeigt ja die Bewegung der schwersten Geschosse, wenn sie unter verhältnismäßig geringen Anfangsgeschwindigkeiten abgefeuert werden, sehr ähnliche Vorgänge, wie sie sich auch ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes ableiten lassen. Dieser Aufgabe ist der zweite Abschnitt gewidmet, der besonders beherzigenswerte kritische Bemerkungen über ziemlich planlose Versuche der Artilleristen früherer Jahrzehnte bringt. Hierauf wird das ballistische Problem im engeren Sinne behandelt, und zwar zunächst eine angenäherte Lösung der genauen Differentialgleichungen ins Auge gefaßt. Für später wäre eine Erweiterung des Abschnittes über den Hodographen erwünscht, da auf diesem Wege nach Ansicht des Rez. die neue (graphische) Ballistik ihre Erfolge finden wird. Nach dieser ersten Gruppe von rechnerischen Näherungsverfahren wird die genaue Lösung der angenäherten Hauptgleichung besprochen. Dieser Abschnitt hat für die Praxis, die unerbittlich eine rasche Lösung für ein nur mühsam zu gewinnendes Ergebnis fordert, das meiste Interesse. Der Mathematiker wird an den gewaltsamen Vorgängen weniger Freude haben, wenn auch z. B. der Didionschen Lösung ihre Eleganz nicht abgesprochen werden soll. Doch das liegt ja leider in der Natur des militärischen Dienstbetriebes. Vor allen Dingen kommen, wie in 8. Abschnitt gezeigt wird, die von *Siacci* entworfenen Methoden für die Praxis der Schußtafelherstellung in Frage. Man darf jedoch nicht viel mehr als ein Interpolationsverfahren darin sehen, denn in der Vorausberechnung ist auch dieses verbreitetste Verfahren ziemlich unsicher.

Für den praktischen Artilleristen ist der Abschnitt über einseitige Geschößabweichungen, besonders die Tageseinflüsse, die von Änderungen des Barometer- und Thermometerstandes gegenüber den schußtafelmäßigen Bedingungen abhängen, sowie die Berücksichtigung des Windeinflusses von Wichtigkeit. Sehr schwierig ist es, ohne besondere Erfahrung hier jeweils das richtige Luftwiderstandsgesetz herauszufinden, mit dem man unter den gegebenen Bedingungen noch am besten abschneiden wird. Vielleicht könnten hier später allgemeine Formeln, wie sie z. B. die französischen Ballistiker besitzen, angegeben werden.

Den Physiker werden schließlich die Ausführungen über die Wirkungen des Geschosses im Ziel besonders interessieren. Es finden sich dort auch Berechnungen über die Gestalt des gebildeten Trichters, über die

Explosionswirkung der Artilleriegeschosse, die Dumdum-Wirkung und ähnliche Fragen.

Das Werk von *Cranz* unter der bewährten Mitwirkung des Hauptmanns *Becker* stellt eine hervorragende Pionierarbeit auf dem Gebiete der Ballistik dar, das noch manchem Physiker und Mathematiker Gelegenheit zu erfolgreicher Betätigung bieten dürfte.

H. H. Kritzinger, Berlin.

Grammel, R., Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges. (Heft 39/40 der „Sammlung Vieweg. Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaft und Technik.“) Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1917. VI, 136 S. und 83 Fig. Preis geh. M. 5,60.

Das Buch verfolgt den Zweck, in monographischer Form die Fortschritte, die unsere Kenntnis vom Mechanismus des Auftriebes bewegter Flächen, d. h. die Hydrodynamik des Fluges im letzten Jahrzehnt gemacht hat, von einem einheitlichen Standpunkt aus und nach einer folgerichtig durchgeführten Methode darzustellen. Als Leser sind gedacht: Mathematiker, Physiker und solche Ingenieure, die mit analytischen Hilfsmitteln etwas vertraut sind und sich über die theoretischen Grundlagen des Flugproblems zu unterrichten wünschen. Demzufolge sind an Vorkenntnissen vorausgesetzt: die Elemente der Differential- und Integralrechnung, der Lehre von den komplexen Zahlen sowie der Vektoranalysis etwa in dem Umfange, wie sie in der Physik zum gewöhnlichen Rüstzeug gehört. (Die benutzten Vektorformeln sind übrigens anhangsweise zusammengestellt.) Nicht vorausgesetzt ist dagegen die Hydrodynamik und die Theorie der analytischen Funktionen; soweit darauf zurückzugreifen war, sind die benutzten Sätze an der Hand des Stoffes kurz abgeleitet.

Der Schwierigkeit, aus dem heute noch wenig geordneten Gesamtgebiet der Flugwissenschaft ein theoretisches Teilgebiet so abzugrenzen, daß eine in sich geschlossene Darstellung möglich wurde, versuchte der Verfasser dadurch Herr zu werden, daß er nur solche Entwicklungen aufnahm, die sich, abgesehen von der Luftdichte, nicht auf experimentelle Koeffizienten zu stützen brauchen, d. h. die Theorie der reibungslosen, stationären Potentialströmungen, soweit sie aerodynamisch von Bedeutung sind. So ließ sich der Auftrieb der einfachen Flügelformen gründlich erörtern, die zwar den in der Praxis gebäuchlichen Profilen sich eben nur annähern, aber auf jeden Fall sehr geeignet sind, über das Wesen und die physikalischen Gründe des dynamischen Auftriebs Aufschluß zu geben. Dagegen war von vornherein ein Verzicht auf das rein theoretisch heute noch nicht zu bewältigende Problem des Widerstandes geboten.

Der erste Abschnitt behandelt die allgemeinen Grundlagen. Der Kutta-Joukowskische Fundamentalsatz über den Zusammenhang zwischen Auftrieb und Zirkulation wird mit vereinfachtem Beweise abgeleitet, ebenso ein dazu analoger über die Angriffslinie des Auftriebs und das sogenannte Moment der Zirkulation. Sodann werden die funktionentheoretischen Methoden entwickelt, die in praktischen Fällen zu raschster Berechnung der Kräfte führen. An eine systematische Einteilung der Potentialströmungen schließt sich die Theorie der sogenannten Gitter oder Jalousien und der Wirbelfelder an, mit einem kurzen Hinweis auf die mit diesen Untersuchungen aufs engste zusammenhängende Propellertheorie.

Der zweite Abschnitt enthält die Anwendungen auf spezielle Konturen. Die kurz abgeleitete Methode der

konformen Abbildung erlaubt, von der Kreiskontur, um die sich die Strömung leicht unmittelbar ermitteln läßt, zuerst auf ebene Flächen überzugehen, dann auf zylindrisch gewölbte und schließlich auf solche, die die bisherigen zum Skelett haben, also in der Art wirklicher Flügel vorne verdickt sind. Von der ebenen Fläche schreitet man mühelos zu zwei hintereinandergestellten Flügeln und von da zum Doppeldecker und schließlich zu speziellen Gittern.

Der dritte Abschnitt geht auf den Mechanismus der Zirkulation näher ein, auf die Gründe ihres Entstehens und auf die Korrektur, die man infolge des Einflusses der an den Flügeln abgelösten Wirbel an den bisherigen, für unendlich lange Tragflächen abgeleiteten Formeln anzubringen hat, wenn man zu Flächen von endlicher Spannweite übergeht. Man gewinnt so einen befriedigenden, für hydrodynamische Verhältnisse sogar sehr guten zahlenmäßigen Anschluß an die Ergebnisse der Modellversuche, womit verbürgt erscheint, daß die Theorie sich auf dem richtigen Wege befindet.

Autoreferat.

Botanische Mitteilungen.

Beiträge zur Kenntnis des Traumatotropismus.

(P. Stark, *Jahrb. f. wiss. Bot.* 57, 1916.) Unter Traumatotropismus versteht man die Erscheinung, daß einseitig verletzte Organe eine Krümmungsbewegung ausführen, deren Richtung durch die Lage der Wunde bestimmt ist. Der erste, der auf diesen Vorgang hingewiesen hat, ist *Darwin*. Er fand, daß Wurzeln sich von der Wundstelle wegkrümmen, wenn man sie ritzt, ätzt oder versengt. Wirksam sind hierbei nur Reize, welche die Wurzelspitze treffen. Dagegen wird die Reaktion an ganz anderer Stelle, nämlich von der 1 cm von der Wurzelspitze abgelegenen Wachstumszone ausgeführt. Der Ort, wo der Reiz wahrgenommen und der, wo er beantwortet wird, sind also verschieden. Später sind dann einige weitere Fälle von Traumatotropismus bekannt geworden. *Schütze* fand, daß bei Verletzung junger Wurzeln, die noch nicht stark wachsen, die Reaktion im Stengel zutage tritt. *Nordhausen* stellte fest, daß bei alten, nicht mehr reaktionsfähigen Wurzeln der Reizerfolg auf die Seitenwurzeln übergreift, und *Spalding* ermittelte die interessante Tatsache, daß dann, wenn man die Wurzeln sofort nach der Verletzung eingipst und so an der Reaktion verhindert, nachträglich noch nach 8 Tagen bei Wegnahme des Verbandes eine verspätete Krümmung eintreten kann. Dies verdient deshalb Beachtung, weil in der Zwischenzeit die Wunde wohl schon längst geheilt ist. Der Reiz ist also im pflanzlichen Gewebe aufgespart geblieben. Eine eingehende Untersuchung, die sich auf ein möglichst großes Pflanzenmaterial erstreckte, ergab nun, daß der Traumatotropismus offenbar im Pflanzenreich weit verbreitet ist. Nicht nur Wurzeln, sondern auch Keimstengel, Laub- und Blütenessprosse zeigen die Befähigung zu entsprechenden Reaktionen, wobei sich allerdings im Gegensatz zu den Wurzeln die Krümmung gewöhnlich der Wundfläche zuwendet. Wirksam sind die verschiedenartigsten Verletzungen: Einschnitte, Stiche, ganz leises Betupfen mit Höllenstein oder mit einem glühenden Glasstab, ferner das Entfernen von Blättern und Blüten. Die Krümmung schreitet oft 1 dm von der Wundstelle fort. Verletzt man die ausgewachsene Region eines Stengels, die nicht mehr zu reagieren vermag, dann wird die Reizung bis zur Wachstumszone geleitet und führt dort zu einem entsprechenden Reizerfolg. Auffallend ist, daß oft

benachbarte Organe von dem Vorgang mitergriffen werden. Wenn man z. B. bei unserer Waldrebe (*Clematis vitalba*) eines der einander gegenüberstehenden Blättchen einseitig verletzt, dann krümmt es sich nach der Wundflanke; in vielen Fällen führt auch das opponierte Blatt und auch der Sproß, an dem beide stehen, eine entsprechende Bewegung aus; umgekehrt kann eine traumatotropische Reaktion vom Stengel auf das Blatt übergreifen. Hier handelt es sich um verwickelte Reizleitungsvorgänge, deren Wesen noch keineswegs geklärt ist. Als besonders empfindlich erwiesen sich die Keimlinge von Gräsern (*Avena*, *Panicum* usw.). Hier hat der Eingriff mitunter zur Folge, daß der Keimling sich schraubenförmig nach der Wundstelle zu aufrollt, eine Reaktion, an der die ganze noch wachstumsfähige Region teilnimmt. Interessante Verhältnisse ergaben sich bei dem Keimstengel der Hirse (*Panicum miliaceum*). Hier liegt die größte Reizempfindlichkeit an der Spitze des Stengels. Bringt man nun auf der einen Seite eine Verletzung ganz oben an und auf der entgegengesetzten ganz unten, dann verhält sich der Keimling zunächst so, wie wenn er bloß an der Spitze verletzt wäre; er krümmt sich im Sinne der oberen, stärker wirksamen Wunde. Ist diese Reaktion aber vollzogen, dann beginnt mit einem Male eine Bewegungsumkehr. Der untere Reiz, der eine Krümmung nach der entgegengesetzten Flanke anstrebt, beginnt in Kraft zu treten und gelangt schließlich zum Siege. Im weiteren Verlauf kann dann noch ein abermaliger Umschlag im Sinne der Spitzenreizung erfolgen. Es sind also gleichzeitig im Stengel zwei entgegengerichtete Krümmungstendenzen vorhanden, die in verschiedener Weise auf- und abklingen, und das Krümmungsbild in jedem Zeitpunkt entspricht einer Gleichgewichtslage, die sich je nach der Stärke der Erregung nach der einen oder der anderen Richtung verschiebt. Maßgebend hierfür ist die absolute Stärke des Reizes und die Empfindlichkeit der gereizten Zone. Damit eine Reaktion vollzogen wird, ist es nicht erforderlich, daß die lokale Wundstelle vorhanden bleibt. Verletzt man einen Keimling an der Spitze einseitig und trägt dann etwa nach einer Minute durch einen glatten Schnitt die Spitze samt Wundstelle ab, dann führt der Stumpf dessenungeachtet eine traumatotropische Reaktion aus. Der Reiz ist also inzwischen in die Basis geleitet worden. Durch Narkose mit Äther wird zwar die Reizempfindlichkeit (Sensibilität), nicht aber das Reaktionsvermögen unterdrückt. Verletzungen im Ätherraum sind wirkungslos, dagegen vollziehen sich die Reaktionen normal, wenn die Keimlinge erst nach der Reizung in die Narkose versetzt werden. Daß die Krümmungen nicht einfach dadurch zustande kommen, daß das Wachstum auf der Wundflanke gehemmt wird, folgt aus Messungen, die mitunter eine Beschleunigung von 100 % ergaben. Diese Beschleunigung erfolgt nicht gleichmäßig, sondern in erster Linie auf der dem Reizort opponierten Seite, daher die Krümmung nach der Wunde. Eine biologische Deutung der auffälligen Erscheinungen läßt sich noch nicht geben. Bei der Wurzel, die sich von der Wundstelle abwendet, könnte man daran denken, daß der Gegenstand, welcher die Verletzung hervorruft, gemieden werden soll.

P. St.

Das Rumphiusphänomen und die primäre Bedeutung der Blattgelenke. (Goebel, *Biologisches Centralblatt* 36, 1916.) Schon Rumphius hat im 17. Jahrhundert beobachtet, daß *Phyllanthus urinaria*, wenn sie gewaltsam aus der Erde herausgerissen wird, ihre Blätter

nach oben zusammenschlägt. Diese Erscheinung, die Goebel nach ihrem Entdecker als „Rumphiusphänomen“ bezeichnet, und die ja auch in ähnlicher Form bei der bekannten Sinnpflanze (*Mimosa pudica*) auftritt, ist offenbar eine Folge des Wundreizes, der von der Wurzel durch den Sproß nach den Blättern geleitet wird und dort die auffällige Reizreaktion auslöst. Daraus, daß das Zusammenlegen der Blättchen schon 1 Minute nach dem Eingriff erfolgt, kann auf sehr rasche Reizleitung im pflanzlichen Gewebe geschlossen werden. Derselbe Erfolg wird erzielt, wenn man den Stengel an der Basis durchschneidet oder die Pflanze in irgendwelcher anderen Weise verletzt. Wichtig ist, daß kleine Reize, die einzeln wirkungslos wären, summiert werden können, und daß eine Verletzung auch eine erhöhte Reaktion für andere Reize (Licht-, Stoßreize usw.) herbeiführt. Nicht nur durch Verwundung, sondern auch durch Stöße, ferner durch Wärme-, Licht- und Feuchtigkeitsschwankungen wird das Rumphiusphänomen ausgelöst. Der Erfolg der Stoßreize (Seismonastie) ist proportional der Reizstärke; der Ausschlag nimmt mit der Zahl der Stöße fortschreitend zu. Aber auch bei heftiger Erschütterung dauert es 4–5 Minuten, bis ein völliges Zusammenlegen der Fiederblättchen stattfindet. Hierdurch unterscheidet sich *Phyllanthus* deutlich von der Sinnpflanze, bei der auch durch einen leichten Reiz gleich der volle Ausschlag erzielt wird. *Phyllanthus* kann daher als primitivere Stufe aufgefaßt werden. Mit großer Regelmäßigkeit stellen sich die Blattbewegungen beim Lichtwechsel ein, und zwar erfolgt das Zusammenklappen unter normalen Umständen beim Übergang vom Licht ins Dunkle. Man bezeichnet diese im Pflanzenreich weit verbreitete Erscheinung als Schlafbewegung. Neben dem normalen Nachtschlaf gibt es aber auch einen Tagesschlaf, der dann stattfindet, wenn die Belichtung außerordentlich stark ist. Bezeichnenderweise neigen vor allem solche Individuen zum Tagesschlaf, die in verhältnismäßiger Dunkelheit großgezogen sind und daher intensive Helligkeit schlecht vertragen. Man hat die geschilderten Bewegungserscheinungen, gerade weil sie bei den verschiedensten Pflanzenarten in mehr oder minder auffallender Weise zutage treten, vielfach von teleologischer Warte aus zu erklären versucht, aber bisher sind noch keine befriedigenden Erfolge auf diesem Gebiete erzielt worden. Welchen Nutzen die Wundreaktionen gewähren sollen, ist nicht einzusehen. Das Zusammenlegen der Blättchen bei starker Trockenheit könnte als Verdunstungsschutz betrachtet werden; darauf deutet eine in jüngerer Zeit erschienene Arbeit von Erban, wonach die Spaltöffnungen, die ja die Transpiration regulieren, vielfach so gelegen sind, daß sie beim Vollzug der Schlafbewegung zugedeckt werden. Der Tagesschlaf bringt die Blattflächen in Profilstellung, d. h. die Lichtstrahlen fallen nicht auf die Fläche, sondern auf die Kante; dadurch werden die Chlorophyllkörner dem schädlichen Einfluß zu intensiven Lichtes entzogen. Die Bedeutung des normalen Nachtschlafs soll nach Stahl darauf beruhen, daß die Blätter des Nachts vor Betauung geschützt sind und so der Gefahr entgehen, daß die Spaltöffnungen durch Wasser verschlossen werden; dem ist aber entgegenzuhalten, daß auch einige untergetauchte Pflanzen (*Marsilea*) Schlafbewegungen vollziehen. Besonders zahlreich sind naturgemäß die Hypothesen, die an die besonders augenfälligen Reaktionen anknüpfen, welche die Sinnpflanze bei Stoßreizen vollzieht. So hat man die Ansicht vertreten, daß das in wenigen Sekunden erfol-

gende Zusammenklappen der Blätter einen Schutz gegen Hagelschlag gewähren soll; das trifft tatsächlich zu, wie Beobachtungen in unserem Klima zeigen. Da aber in der Heimat der Pflanze der Hagel zu den seltenen Erscheinungen zählt, so kann dies nur als Nebenerfolg betrachtet werden. Ebenso wenig ist erwiesen, daß die Blattbewegungen durch die Plötzlichkeit, mit der sie sich vollziehen, eine abschreckende Wirkung auf Weidetiere ausüben. Eingehende Untersuchungen hierüber, die in der Heimat der Sumpfpflanze angestellt werden müßten, fehlen. So viel ist aber sicher, daß überall dort, wo die Reaktion langsam erfolgt, an eine solche Deutung nicht gedacht werden kann (Phyllanthus usw.). Goebel bestreitet keineswegs, daß in einzelnen Fällen einer solchen ökologischen Erklärung eine gewisse Bedeutung zukommt. Aber er nimmt an, daß es sich hier durchweg um sekundäre Nebenerfolge handelt und daß die primäre Funktion der Gelenke, welche die Bewegungsreaktionen ausführen, in anderer Richtung zu suchen ist. Sie stellen Entfaltungsorgane dar, welche die Aufgabe haben, die Blättchen aus der Knospenlage durch entsprechende Bewegungen in die richtige Orientierung zu bringen. Erst weiterhin haben sie sich dann bei den und jenen Gewächsen an weitere biologische Leistungen angepaßt.

P. St.

Über Blattstielkrümmungen infolge von Verwundung (Traumanastie). (Molisch, Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Mathem.-naturw. Kl., Abt. I. 125. Bd. 1916.) Traumanastische Bewegungen sind bekanntlich im Gegensatz zu traumatotropischen dadurch ausgezeichnet, daß ihre Richtung keine Beziehung zur Einwirkungsrichtung des Reizmittels zeigt. Solche traumanastische Krümmungen wurden bisher nur selten beobachtet. Der Verfasser hat einen neuen Fall bei den Blattstielen von folgenden Pflanzen nachgewiesen: *Episcia bicolor*, *Tydaea Decaisneana*, *Saintpaulia ionantha*, *Goldfussia glomerata*, *Eranthemum nervosum*, *Peperomia peltata* und *Geranium robertianum*. — Wird die Blattspreite dieser Pflanzen z. B. von *Episcia bicolor* abgeschnitten, so krümmt sich der an der Mutterpflanze verbleibende, schief aufwärts gerichtete Blattstiel in den folgenden Tagen allmählich nach abwärts, so daß er mit seinem Ende nach unten gewendet ist, ja mitunter kommt es sogar zu einer Krümmung über die Vertikale hinaus, so daß der Blattstiel eine geschlossene Kreislinie bildet. — Die Krümmung des Blattstiels (*Episcia*, *Tydaea*) tritt auch ein, wenn nicht bloß die Spreite, sondern auch wenn diese mit dem Stiel abgeschnitten wird, ja sie kommt auch, obgleich in schwächerem Grade, zustande, wofern der Blattstiel für sich isoliert und auf nasses Filtrierpapier in feuchtem Raume aufgelegt wird. Bei der beschriebenen Krümmung handelt es sich um eine Reizerscheinung. Der von der Schnittwunde ausgehende Reiz wird auf weiter entfernt liegende Teile des Blattstiels übertragen und löst hier an der morphologischen Oberseite des Stieles stärkeres Längenwachstum aus als an der Gegenseite. Dadurch kommt die Krümmung zustande. Die Blattstielkrümmung nach abwärts tritt an alten Blättern einiger der genannten Pflanzen auch spontan ein. Diese normale Krümmung kann aber durch Abschneiden der Spreite schon zu einer Zeit hervorgerufen werden, wenn das Blatt noch nicht das Streben hat, sich nach abwärts zu beugen. In der traumanastischen

Krümmung des Blattstiels liegt eine Bewegung vor, die wohl für die Pflanze keinen besonderen Wert hat. Ein Blattstiel ohne Spreite ist für die Pflanze an und für sich nutzlos. Daher entledigt sich die Pflanze gewöhnlich auch des Blattstiels, indem sie ihn mit einer Trennungsschicht abstößt. Trotzdem führt der Blattstiel bei den genannten Gewächsen vor dem Abfallen eine höchst auffallende Bewegung aus, obwohl ihm diese keinen Nutzen schafft; denn ob der Blattstiel gerade oder gekrümmt abfällt, hat wohl für die Pflanze, soweit man dies beurteilen kann, keine Bedeutung.

Autoreferat.

Anatomisch-physiologische Untersuchungen über Wasserspalten. E. Neumann-Reichardt; Beitr. f. allg. Bot. I. 1917. Eine ganze Reihe einheimischer und ausländischer Pflanzen besitzt an den Blättern, besonders an den Blattzähnen, dort, wo die Nerven endigen, besondere Ausführwege, durch die überschüssiges Wasser in Tropfenform ausgeschieden wird. Schon *Trinchinetti* hat 1836 darauf hingewiesen, daß diese sogen. „Wasserspalten“ (Hydathoden) durch Umwandlung von Spaltöffnungen entstanden sind. Es ist also ein Funktionswechsel eingetreten. Die Spaltöffnungen dienen bekanntlich dem Gasaustausch und stehen nach innen mit der „Atemhöhle“ in Verbindung, die den Anschluß an das reich verzweigte Netz der Luftkanäle (Interzellularen) vermittelt. Bei den Wasserspalten wird die Atemhöhle zur „Wasserhöhle“ (*Haberlandt*), und nach dieser Wasserhöhle konvergieren die letzten Endigungen des wasserleitenden Systems, die Tracheiden. Daß die phylogenetische Ableitung der Wasserspalten von den Spaltöffnungen berechtigt ist, ergibt sich aus einer ganzen Reihe anatomischer Merkmale. Obwohl bei den Wasserspalten eine regulatorische Verengerung oder Erweiterung des Kanals nicht mehr stattfindet, so stimmt der Bau der Zellen, welche den Spalt umgrenzen, doch mehr oder minder weit mit dem der Spaltöffnungsschließzellen überein; es sind dieselben Verdickungsleisten und Gelenke vorhanden, die bei den Spaltöffnungen das Öffnen und Schließen bewirken. Aber es lassen sich schöne Übergangsreihen aufstellen von solchen Wasserspalten, die noch weitgehend an die Spaltöffnungen erinnern bis zu solchen, bei denen der Bau wesentlich vereinfacht ist. Oft lassen sich bei ein und demselben Objekt solche Bindeglieder feststellen. (*Aucuba*, *Ranunculus Steveni*.) In manchen Fällen ist die Bildung der Wasserspalten erblich gefestigt, so daß sie von der Wasserbilanz unabhängig erscheint (nesselblättrige Glockenblume, *Campanula Trachelium*), mitunter findet aber an trockenen Standorten eine Reduktion der Wasserspalten statt (Nachtschatten, *Solanum nigrum*). Bei der Kapuzinerkresse (*Tropaeolum majus*) läßt sich auch eine Beziehung zwischen der Größe der Wasserspalten und der Reichhaltigkeit des Wasserstroms nachweisen. Wie bei den Spaltöffnungen kann auch bei den Wasserspalten in Fällen der Not ein sekundärer Verschluß des Ausführkanals eintreten. Dieser Verschluß wird bewirkt entweder durch Wachsausscheidungen (*Alpenveilchen*, *Cyclamen europaeum*) oder durch Zellwucherungen, welche die Wasserhöhle verstopfen, sogenannte Thyllen. Neben den zahlreichen atavistischen Merkmalen konnte *Neumann-Reichardt* auch einige Neuanpassungen feststellen, deren Wesen im einzelnen allerdings noch nicht völlig erklärt ist.

P. St.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 43.

26. Oktober 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Funktion der Milz. Von Prof. Dr. Leon Asher, Bern. S. 653.

Besprechungen:

Graetz, Leo, Die Physik. Von A. Berliner, Berlin. S. 657.

Deutsche Ornithologische Gesellschaft: Misteldrosseln. S. 662.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Schwimmbadwasser und Ozonverfahren. Ueber das verschiedene Ergebnis reziproker Kreuzung von Hühnerrassen. Lymphgefäße der Fische. Röntgenspektroskopische Methoden, ohne Spalt. S. 662—664.

Das konzentrierte Licht
Osram-AZO
Gasgefüllte Lampen
bis 2000 Watt

• Neue Typen:
Osram-Azola
Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

Nur das auf dem Glasballon
eingestanzte Wort **Osram**
bürgt für das Fabrikat der
Auer-Gesellschaft, Berlin O 17
Ueberall erhältlich!

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 23 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Medizinische Neuerscheinungen

aus dem Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Kriegs-Chirurgischer Röntgen-Atlas

Von
Dr. N. Gulcke und Dr. Hans Dietlen
a. o. Professor der Chirurgie und Stabsarzt d. Res., Professor
an der Universität Straßburg

Mit 70 photographischen Tafeln — In Leinwandmappe Preis M. 66.—

Beiträge zur Kriegsheilkunde

Erstes Jahrbuch des Kriegsspitals der Geldinstitute in Budapest.

Unter Mitwirkung hervorragender Fachgelehrter, redigiert durch

Dr. Wilhelm Manninger Dr. Karl M. John Dr. Josef Parassin

Mit 382 Abbildungen, 11 schwarzen und 20 farbigen Beilagen — Gebunden Preis M. 28.—

Der Nervenschußschmerz

Kriegschirurgische Studie

von Privatdozent Dr. Schloessmann

Oberarzt der chirurgischen Universitätsklinik Tübingen

Preis M. 3.60

Monographien aus dem Gesamtgebiet der Neurologie und Psychiatrie

Herausgegeben von M. Lewandowsky-Berlin und K. Wilmanns-Heidelberg

Heft 13:

Die Paranoia

Eine monographische Studie von Dr. Hermann Krueger

Mit 1 Textabbildung — Preis M. 6.80

Heft 14:

Studien über den Hirnprolaps

Mit besonderer Berücksichtigung der lokalen posttraumatischen Hirnschwellung nach Schädelverletzungen

von Dr. Heinz Schrottenbach

Assistent an der K. K. Universitätsnervenklinik in Graz

(Vorstand: Prof. Dr. Fritz Hartmann.)

Mit Abbildungen auf 19 Tafeln — Preis M. 7.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Funktion der Milz.

Von Prof. Dr. Leon Asher, Bern,

Direktor des physiologischen Instituts der Universität.

Unser Wissen über die Funktion der Milz war bis vor kurzem ein sehr geringes, so daß die Lehre von der Milz in den gebräuchlichen Lehrbüchern der Physiologie nicht mit Unrecht stiefmütterlich behandelt werden konnte. Eine Tatsache von sehr großer Bedeutung steht allerdings fest: Die Milz kann ohne Gefahr für das Leben vollständig operativ entfernt werden, und es treten auch bei den unter natürlichen Bedingungen belassenen milzlosen Tieren und Menschen keine offenkundigen Störungen auf, welche auf einen Ausfall bedeutsamer Funktionen der Milz hinzuweisen geeignet wären. Gerade in diesem Tatbestande liegt die Schwierigkeit begründet, um einen gangbaren Weg für die Erkenntnis von Milzfunktionen anzubahnen. Eine weitere Tatsache, die allgemein anerkannt wird, ist die Beteiligung der Milz an der Erzeugung der roten Blutkörperchen im embryonalen Leben. Sobald man aber daran geht, die viel behaupteten Beziehungen zwischen Blutkörperchenbildung und Milzfunktion, Beziehungen, die aus Beobachtungen normaler und pathologischer Vorgänge abgeleitet wurden, näher in das Auge zu fassen, beginnt die Unklarheit und Unsicherheit. Dieselbe beruht wesentlich darauf, daß die Ergebnisse der Experimentaluntersuchungen, auf die entscheidender Wert zu legen ist, einander direkt widersprechen. Mehr als Anhaltspunkte dafür, daß die Milz unter normalen und pathologischen Bedingungen irgendeinen Einfluß auf die Zahl der roten Blutkörperchen und auf die Zahl und Beschaffenheit der weißen Blutkörperchen ausübt, besitzen wir nicht. Vielleicht darf man eine Tatsache, die von *Pugliese* entdeckt worden ist, zu den gesicherten Hinweisen auf eine Milzfunktion rechnen. Derselbe stellte fest, daß bei Exstirpation der Milz in der Galle des Hundes weniger Gallenfarbstoff ausgeschieden wurde, als normal. Die chemische und experimentelle Erforschung hat nun den Beweis geliefert, daß die Gallenfarbstoffe aus dem Farbstoff der roten Blutkörperchen entstehen; deshalb muß mit *Pugliese* der Schluß gezogen werden, daß bei Fehlen der Milz entweder eine verminderte Hämolyse oder ein verminderter Abbau des freigebliebenen Hämoglobins stattfindet.

Der soeben geschilderte Zustand unseres Wissens über die Milz änderte sich, als vom Verfasser dieses Aufsatzes, gemeinschaftlich mit einer Reihe von Mitarbeitern die Beziehungen der

Milz zur Blutbildung von einem neuen Gesichtspunkte aus in Angriff genommen wurden. Einer der Faktoren, der beim Werden und Vergehen der roten Blutkörperchen eine Rolle spielen muß, ist offenbar der Eisenstoffwechsel. Von diesem Gedanken ausgehend, haben *Asher* und *Grossenbacher* zuerst den Eisenstoffwechsel beim normalen und beim milzlosen Hund untersucht, und zwar durch Kotanalysen, da das Eisen fast ausschließlich auf dem Wege des Kotes ausgeschieden wird. Sie fanden, daß sowohl bei Fleischfütterung wie auch im Hungerzustande das milzlose Tier erheblich mehr Eisen ausscheidet als das normale. Auf Grund dieser Resultate sprachen sie die Milz als ein Organ des Eisenstoffwechsels an und, da *Nasse* in der Milz eigenartige eisenspeichernde Zellen nachgewiesen hatte, ließen sie die Milz dazu dienen, Eisen, welches im Stoffwechsel frei wird, dem Organismus zu erhalten. *Zimmermann* benutzte zum Teil die gleichen Hunde wie *Grossenbacher* und konnte deshalb den Nachweis liefern, daß selbst nach 10 und 11 Monaten die entmilzten Hunde mehr Eisen ausscheiden, als die normalen. Die Untersuchungen *Zimmermanns* lieferten beachtenswerte Hinweise zur Genese der vermehrten Eisenausscheidung; denn während künstlich zugeführtes Eisen annähernd in gleicher Weise vom normalen und milzlosen Tiere ausgeschieden wurde, war die Ausscheidung nach experimentell erzeugter Blutkörperchenzerstörung beim milzlosen Tiere etwas größer, bei weitem am größten aber war die Eisenausscheidung beim milzlosen Tier im Vergleich zum normalen, wenn bei beiden durch ungenügende oder fehlende Eiweißernährung ein erhöhter Zerfall von Körpersubstanz herbeigeführt worden war. Die durch die Untersuchungen von *Asher*, *Grossenbacher* und *Zimmermann* begründete Lehre von der Milz als Organ des Eisenstoffwechsels erfuhr eine bedeutsame Bestätigung durch die Untersuchungen über den Eisenstoffwechsel, welche *Rudolph Bayer* in der Garréschen Klinik an splenektomierten und normalen Menschen anstellte. Auch der milzlose Mensch scheidet viel mehr Eisen aus als der normale. Die für die therapeutische Behandlung von milzkranken Menschen so wichtige Röntgenbestrahlung förderte in *Bayers* Händen weitere Erkenntnisse aufklärender Art über die Beziehungen zwischen Milz und Eisenstoffwechsel, die in folgender tabellarischer Zusammenstellung wiedergegeben werden mögen.

Aus dieser Übersicht möge hervorgehoben werden, daß der milzkranken Mensch (der Myeloiker) nach dem, was wir aus dem Krankheitsbild bis

	Eisenretention		Eisenausscheidung	
	ohne Be- strahlung	nach Be- strahlung	ohne Be- strahlung	nach Bestrahlung
Gesunder Mensch	normal	vermindert	normal	vermehrt
Milz- kranker Mensch (Myeloi- ker)	vermehrt (Zunahme des Eisen- depots in der Milz)	vermin- dert	vermin- dert	vermehrt (gegen- über dem ge- sunden Be- strahlten abso- lut relativ)
Milzloser Mensch (Banti nach Splenek- tomie)	vermin- dert resp. 0	vermin- dert resp. 0	vermehrt	vermehrt (etwas weniger als beim Gesunden, weil die Ausschwem- mung von Eisen- depots fehlt).

jetzt erschließen können, eine in gewissem Sinne mit übermäßiger Funktion begabte Milz besitzt. Dem entspricht es auch, daß sie, sowohl was Eisenretention sowie Eisenausscheidung betrifft, ohne Behandlung genau entgegengesetztes Verhalten veranlaßt, wie wir es beim Menschen ohne Milz sehen. Auch die andere Tatsache, daß die Bestrahlung die Eisenretention mindert, die Eisenausscheidung mehrt, harmonisiert in schönster Weise mit der neuen Auffassung über die Bedeutung der Milz.

Nachdem so zuerst durch die experimentelle Forschung die Rolle der Milz im Eisenstoffwechsel klar gelegt worden war, folgten von morphologischer Seite neue wichtige Feststellungen in der gleichen Richtung. *M. B. Schmidt* konnte zeigen, daß bei andauernder Eisenentziehung die Leber sämtliches, mikrochemisch nachweisbares Eisen verliert, hingegen der Eisengehalt der Milz sich, wenn auch in geringerer Menge, dauernd erhält; hieraus folgt wiederum, daß das in der Milz enthaltene Eisen ein im Stoffwechsel des Organismus durch Zellerfall frei werdendes ist, ganz im Gegensatz zu dem in der Leber und an anderen Orten abgelagerten Eisen, welches Depot aus Nahrungseisen darstellt. Fast gleichzeitig führten die umfassenden histologischen und chemischen Untersuchungen von *Chevallier* diesen Forscher zur Auffassung der Milz als eines Organes, welches im Dienste der Assimilation von Eisen stände.

Im Lichte dieser Erkenntnisse werden jetzt manche sich widersprechende Ergebnisse von Arbeiten, die alle darauf ausgingen, eine Entscheidung über die angebliche Beziehung zwischen Milz und Blutkörperchenbildung herbeizuführen, klar. Während die einen Forscher nach Milzexstirpation keine wesentlichen Störungen im Blutbilde beobachten konnten, ja nicht einmal nach größeren Blutentzügen eine Verzögerung der Blutkörperchenregeneration im Vergleich mit normalen Tieren konstatierten, somit folgerichtig zu dem Schlusse kamen, daß der Milz keine Be-

deutung bei den zur Blutkörperchenbildung nötigen Funktionen zukomme, hatten andere Forscher in jedem Punkte genau die entgegengesetzten Resultate, womit sie auch die entgegengesetzten Schlußfolgerungen verknüpften. Beide Gruppen von Forschern hatten recht. Der Unterschied in den Ergebnissen rührt, wie *Vogel* und *Asher* zeigen konnten, von dem Unterschied in der Ernährung her. Bei einem eisenarm ernährten Hunde rief die Entfernung der Milz eine starke Verminderung von Blutkörperchenzahl und Hämoglobinnmenge hervor, während bei Darreichung von eisenreicher Nahrung eine Rückkehr der Blutkörperchenmenge und des Hämoglobingehaltes zur Norm beobachtet wurde. Dieses Ergebnis ist auch deshalb interessant, weil es deutlich beweist, wie das Fehlen einer sehr wesentlichen Funktion ganz dadurch verdeckt werden kann, und deshalb verborgen bleibt, weil unbekannte Ersatz- und Begleitfunktionen in genügender Weise einzuspringen vermögen. Die Ersatzfunktionen, auf welche hier zum ersten Male ein Hinweis auftritt, sind überhaupt recht wesentliche Faktoren bei dem Versuch, einen vollständigen Überblick über die Funktionen der Milz zu gewinnen.

Das Studium der Kompensationsvorgänge nach Milzexstirpation wurde von *Sollberger* in Angriff genommen. Daß reichliche Eisenernährung die Symptome der fehlenden Milz vollständig verdecken kann, sprach so deutlich für kompensatorische Vorgänge und deutete auf die Mitbeteiligung des Knochenmarkes hierbei in so zwingender Weise hin, daß es geraten erschien, eine experimentelle Prüfung nach dieser Richtung hin vorzunehmen. Zu diesem Zwecke verglich *Sollberger* die Wirkungen sehr kleiner Blutentzüge am normalen und am milzlosen eisenreich ernährten Kaninchen. Der Gedanke, der ihn dabei leitete, war die Erwägung, daß ein Blutentzug ein Reizmittel für das Knochenmark sei, und man daher auf diese Weise das Funktionieren des Knochenmarkes unter den beiden verschiedenen Bedingungen prüfe. Er beobachtete, daß das Sinken der Hämoglobinnmenge und der Blutkörperchenzahl beim milzlosen Tier viel geringer war als beim normalen, ja beim milzlosen Tier kam es überdies nicht allein zu einer rascheren Wiederkehr zum normalen Verhalten, sondern es konnte auch zu einem ausgesprochenen Übersteigen der Norm kommen. Die Erklärung dieser Tatsache ist darin zu suchen, daß nach Entfernung der Milz kompensatorisch eine größere Leistungsfähigkeit des Knochenmarks eintritt. Die Richtigkeit dieser Erklärung, welche auf Grund unseres sonstigen Wissens die nächstliegende ist, wurde überdies neuerdings durch *Dubois* dadurch gestützt, daß derselbe nach Milzexstirpation die dauernde Abgabe unreifer Formen von Blutkörperchen, die aus dem Knochenmark stammen, nachweisen konnte, eine Beobachtung, die vorher schon von anderen Autoren gelegentlich ge-

macht worden war, ohne daß dieselben diese Erscheinung in den Zusammenhang der jetzt erkannten Verhältnisse einzureihen in der Lage waren.

Selbst bei einem größeren Blutentzug bleibt das geschilderte Verhalten erkenntlich. Die soeben gegebene Deutung wurde von *Sollberger* noch weiter dadurch bekräftigt, daß er die Erscheinungen verfolgte, welche nach subkutaner Injektion von gelinden Dosen von Cyanwasserstoff eintreten. Auch dieses Mittel dient in der Experimentalforschung, innerhalb von zulässigen Grenzen, zur Erzeugung von Sauerstoffarmut. Nach subkutaner Injektion von *aqua amygdalarum amarum* in einer Konzentration, die 1 bis 2 mg Cyan enthält, reagiert das normale Tier mit starker Dyspnoe und mit Verminderung der Hämoglobinmenge und der Blutkörperchenzahl. Das milzlose Tier hingegen reagiert bei den gleichen Dosen überhaupt nicht mit sichtbaren Symptomen des Sauerstoffmangels, es sinkt bei ihm Hämoglobinmenge und Blutkörperchenzahl viel weniger, und die Tendenz zur Wiederherstellung ist viel größer. Die von *Sollberger* gefundene unterschiedliche Wirkung des experimentellen Sauerstoffmangels nach Injektion von Cyanwasserstoff wurden neuerdings von *Marcel Dubois* im Berner physiologischen Institut erneut bestätigt.

Es galt nun, die neu gewonnene Einsicht in den Zusammenhang von Milz und Knochenmarksfunktion dadurch zu vertiefen, daß auch andere funktionelle Beziehungen daraufhin geprüft wurden, ob sie sich in die entwickelte Vorstellung einfügen lassen. Bekanntlich gestatten die Verhältnisse der im Blute kreisenden weißen Blutkörperchen ein Urteil darüber, ob das Knochenmark in einem normalen oder nicht normalen Zustande sich befindet, denn bestimmte weiße Blutkörperchenarten entstammen histogenetisch dem Knochenmark. Hierauf fußend konnte *M. Dubois* feststellen, daß nach Entfernung der Milz eine Zunahme derjenigen weißen Blutkörperchenarten eintrat, die man als Knochenmarkselemente aufzufassen gewohnt ist, und hierdurch erbrachte er einen neuen Beweis dafür, daß tatsächlich eine vermehrte Knochenmarktätigkeit nach Milzexstirpation auftritt. Auch die Erzeugung von experimenteller Anämie durch subkutane Injektion von salzsaurem Phenylhydrazin führte zu genau dem gleichen Ergebnis, denn bei milzlosen Tieren vermehrten sich die weißen Knochenmarkselemente im Blut infolge des Eingriffes viel stärker als beim normalen Tiere. Es trug nun viel zur Aufklärung des eigentümlichen Zusammenwirkens von Milz und Knochenmark bei, daß *M. Dubois* gleichzeitig die Beziehungen von Schilddrüse und Knochenmark in das Bereich seiner Untersuchungen zog. Man weiß aus sehr zahlreichen Forschungen über die Funktion der Schilddrüse, daß dieselbe einen großen Einfluß auf das Wachstum der Knochen des jugend-

lichen Tieres besitzt. Es war daher auch zu erwarten, daß geeignete Methoden in der Lage sein würden, zu enthüllen, inwieweit beim erwachsenen Tiere zwischen Schilddrüse und Knochenmark ein Zusammenwirken besteht. Die von *M. Dubois* durchgeführte Untersuchung der relativen Mengenverhältnisse der einzelnen weißen Blutkörperchenarten ist nun gerade die Methode, welche den geforderten Ansprüchen entspricht. Er fand, daß sowohl die Entfernung der Schilddrüse wie auch die Erzeugung von Sauerstoffmangel und experimenteller Anämie beim schilddrüsenlosen Tier das Blutbild in dem Sinne verändert, wie es eine Herabsetzung der Knochenmarksfunktion mit sich bringen muß. So sehen wir den interessanten Tatbestand, daß zwei Organe, von denen früher gar kein funktioneller Zusammenhang bekannt war, in inniger Beziehung zueinander stehend dadurch erkannt werden konnten, daß ihr Zusammenwirken mit einem dritten Organsystem klargelegt wurde. Sowohl die Milz wie auch die Schilddrüse wirken beide auf das Knochenmark ein, und zwar in einem antagonistischen Sinne, indem bei Vorhandensein der Milz sowohl die hämopoetische Funktion, wie auch die in Bildung von weißen, als Knochenmarkselemente bezeichneten Blutkörperchenarten bestehende Leistung des Knochenmarks eine gewisse Hemmung erleidet, während die Schilddrüse ihrerseits entgegengesetzt, nach diesen Kriterien beurteilt, im Sinne einer Erregung des Knochenmarks wirkt. Es geht hieraus hervor, was man zu erwarten hat, wenn eines der beiden Organe entfernt wird. Diese sehr einfachen ableitbaren Erwartungen wurden, wie wir gesehen haben, in den Versuchen von *M. Dubois* gefunden. Es darf ferner aus dem antagonistischen Verhalten von Milz und Schilddrüse in bezug auf das Knochenmark gefolgert werden, daß unter normalen Bedingungen die beiden genannten Organe auf das dritte Organsystem einen regulierbaren Einfluß ausüben. Diesen regulierenden Einfluß konnte *M. Dubois* in einer eigenartigen experimentellen Weise gewissermaßen durch Umkehr der normalen Verhältnisse zum Ausdruck kommen lassen. Der Pharmakologe *Mansfeld* hatte die interessante Beobachtung gemacht, daß nach der Entfernung der Schilddrüse gewisse sehr ausgesprochene Symptome des Sauerstoffmangels nicht mehr auftreten. Er hatte hieraus den Schluß gezogen, daß die Schilddrüse der Ort sei, wo der Sauerstoffmangel seinen Angriffspunkt besitzt. Ohne vorerst auf diese Auffassung hier einzutreten, muß zugestanden werden, daß die tatsächlichen Beobachtungen von *Mansfeld* sich unschwer, wie *M. Dubois* zeigte, bestätigen lassen. Aber *Dubois* konnte andererseits zeigen, daß bei Tieren, denen sowohl die Schilddrüse wie auch die Milz exstirpiert worden war, die Folgen des Sauerstoffmangels genau so gut beobachtbar wurden, wie bei einem normalen Tiere. Es leuchtet ein, daß diese Tatsache darauf hinweist, daß nicht etwa mit dem

Fehlen der Schilddrüse der Ort entfernt worden ist, wo der Sauerstoffmangel angreift, sondern daß vielmehr ein anderes Organ, nämlich die Milz, durch eine Wirkung im entgegengesetzten Sinne das Fehlen der Schilddrüse den Sauerstoffmangel nicht zur Auswirkung gelangen läßt, eine Wirkung, die natürlich an einem dritten Orte angreifen muß. Das Überraschende bei den Beobachtungen von *Dubois* ist, daß die entgegengesetzten Wirkungen von Schilddrüse und Milz fast mathematisch genau entgegengesetzt gleich groß sind. Wir werden alsbald sehen, daß wir noch in Besitz einer anderen Beobachtungsreihe gelangt sind, wo genau das gleiche Verhalten sich konstatieren ließ.

Die neuen, soeben angedeuteten Erfahrungen gingen zunächst wiederum aus nicht von Tatsachen, welche unmittelbar die Aufmerksamkeit auf die Milz lenkten, sondern von solchen, die im Zusammenhang mit der Schilddrüse zu stehen schienen. Wie oben angeführt wurde, hatten gewisse Beobachtungen *Mansfeld* zu der Anschauung geführt, daß die Schilddrüse der Ort sei, wo der Sauerstoffmangel seinen Angriffspunkt habe, d. h. daß die mehr oder weniger schweren Symptome, welche bei Sauerstoffmangel sich beobachten lassen, unter der Einwirkung der Schilddrüse zur Auslösung gelangen. Wenn diese Auffassung richtig war, so stand zu erwarten, daß Tiere, welche in einer Kammer der Einwirkung verminderten Luftdrucks ausgesetzt wurden, bei Fehlen der Schilddrüse sich resistenter zeigen würden. Darauf hin gerichtete Untersuchungen von *H. Streuli* im physiologischen Institut in Bern ergaben, daß tatsächlich normale Tiere, welche gleichzeitig mit schilddrüsenlosen der Wirkung verminderten Luftdrucks ausgesetzt wurden, viel früher schwere Symptome der Dyspnoe zeigten als die schilddrüsenlosen Tiere. Da nun die früheren Untersuchungen einen merkwürdigen Antagonismus zwischen Schilddrüse und Milz gelehrt hatten, wurden andere Versuchsreihen angestellt, in denen gleichzeitig normale und milzlose Tiere unter den Einfluß verminderten Luftdrucks gebracht wurden. Hierbei beobachtete nun *Streuli*, daß die Normaltiere im Gegensatz zu der vorausgehenden Reihe viel später Symptome der Schädigung zeigten, als die milzlosen Tiere. Bei diesem genau entgegengesetzten Verhalten der Tiere ohne Schilddrüse und ohne Milz gegenüber der Einwirkung verminderten Luftdruckes wurde folgerichtig eine weitere Versuchsreihe angestellt, in welcher Normaltiere mit solchen Tieren verglichen wurden, denen sowohl die Schilddrüse wie auch die Milz entfernt worden war. Die Feststellungen, welche in dieser Versuchsreihe von *Streuli* gemacht wurden, waren so präzise, daß man hätte wägen können, nicht die labilen Verhältnisse biologischer Vorgänge, sondern die Sicherheit eines theoretisch berechenbaren, physikalischen Prozesses der unbelebten Materie vor sich zu haben. Es war nämlich kein

Unterschied mehr in dem Verhalten der normalen und der beider Organe ermangelnder Tiere zu beobachten. Es kann nicht bezweifelt werden, daß sich hier ein sehr scharfer Antagonismus zwischen Milz und Schilddrüse offenbart hat, der vielleicht sinnfälliger ist als in irgendeiner bisher bekannten Tatsachenreihe. Man muß sich wiederum auf den Standpunkt stellen, daß es sich um einen Regulationsvorgang handelt, an dem die beiden Organe beteiligt sind, indem sie in Prozesse eingreifen, die von der Sauerstoffversorgung des Organismus abhängen oder sonstwie mit derselben in Zusammenhang stehen. Welches der spezielle Ort ist, an dem die antagonistischen Leistungen der beiden Organe angreifen, läßt sich aus den vorliegenden Beobachtungen nicht ohne weiteres angeben; man könnte wie früher an das Knochenmark denken, aber obgleich vieles hierfür spricht, ist es angemessener, in dieser Beziehung vorläufig noch sehr zurückhaltend zu sein.

Wir haben ohne Bedenken die Symptome bei Unterdruck mit Sauerstoffmangel identifiziert, und nur diese Gleichsetzung gestattete aus den Versuchen *Streulis* die neue funktionelle Leistung der Milz, die Beteiligung an den regulativen Vorgängen des Sauerstoffwechsels zu erschließen. Die Berechtigung hierzu kann nicht mehr bestritten werden, seitdem den früheren beweiskräftigen Versuchen der Arbeiten aus der Schule von *Zuntz*, *Durig* und *Haldane* neuerdings sich die Versuche von *Rippstein* im Berner physiologischen Institut angeschlossen haben. Es ist hier nicht der Ort, auf die Diskussion dieser Versuche einzugehen, aber ich kann es mir nicht versagen, auf das beredte Zeugnis, welches gerade unsere Versuche zur Aufklärung der Funktion der Milz und Schilddrüse ablegen, hinzuweisen. Der Aufenthalt eines Tieres in einem Raume, der unter verminderten Luftdruck gebracht wird, bewirkt, daß es sowohl unter veränderte mechanische Bedingungen gerät, wie auch Sauerstoffmangel erleidet. Nun ist es ganz klar, daß die Wegnahme der Schilddrüse oder der Milz keinesfalls irgend etwas an den bekannten mechanischen Bedingungen, die eintreten, zu ändern vermag. Das einzige, was sich plausibel behaupten läßt, ist eine veränderte Reaktion auf Sauerstoffmangel. Und so liefert wohl die Tatsachenreihe von *Streuli* eine außerordentlich einfache, aber schlagende und endgültige Widerlegung jeder mechanischen Theorie der Berg- und Höhenkrankheit.

Bei unseren Darlegungen haben wir eine Funktion der Milz bisher noch gar nicht berührt, die schon in früheren Zeiten des öfteren behauptet worden ist und für welche in der älteren Literatur einige sehr beachtenswerte Tatsachen sich vorfinden. Diese andere Funktion der Milz ist die sogenannte hämolytische. Wenn wir davon absehen, an dieser Stelle die klinischen Beobachtungen heranzuziehen, welche für die hämolytische Funktion der Milz sprechen, so ist wohl die beachtenswerteste, früher bekannt gewordene Tat-

sache der Befund von *Pugliese*, daß nach Entfernung der Milz weniger Gallenfarbstoff gebildet wird als beim normalen Tiere. Sehr für eine Beteiligung der Milz an der Zerstörung roter Blutkörperchen spricht auch der Erfolg der von *Eppinger* folgerichtig auf Grund diesbezüglicher theoretischer Erwägungen vorgeschlagenen Exstirpation der Milz bei geeigneten Fällen von hämolytischen Icterus und perniziöser Anämie. Er sah, daß nach der Operation die vorher tief verminderte Zahl der roten Blutkörperchen sich wieder hob, und damit die wesentlichste Gefahr der genannten Erkrankungen wieder beseitigt wurde. Auch *Sollberger* konnte in seinen oben erwähnten Untersuchungen darauf hinweisen, daß die nach Milzexstirpation öfters gleich im Anfange einsetzende Vermehrung der Zahl der roten Blutkörperchen wohl in dem Fortfall einer hämolytischen Komponente der Milzfunktion beruhen könne. Nachdem aber erkannt worden war, daß die Funktion der Milz in jeder Beziehung eine mittelbare, keineswegs unabhängige und für sich allein betrachtbare ist, mußte auch die Untersuchung der etwaigen hämolytischen Funktion der Milz so gestaltet werden, daß sie mit einem anderen Organe in Beziehung gesetzt wurde. Und so ergab sich naturgemäß eine Untersuchung des Zusammenwirkens von Milz und Leber, die *Ebnöther* im Berner physiologischen Institut ausgeführt hat. Ganz allgemein rechnet man unter die vielgestaltigen Leistungen der Leber auch die Funktion der Hämolyse. Sie geht auch ohne die Milz vonstatten, wie sich aus der oben erwähnten Erfahrung von *Pugliese* ergibt; gleichzeitig aber sprechen ja die Beobachtungen von *Pugliese* dafür, daß die Leber für sich allein schon auch in vermindertem Ausmaße hämolysiert. *Ebnöther* betrat nun den direkten Weg, indem er einmal in vitro nach *Hamburgers* Methode die Hämolyse in einer verdünnten Blutlösung bei Zusatz von Milzextrakt allein, von Leberextrakt allein und bei der Einwirkung von beiden Extrakten gemeinschaftlich untersuchte. Hierbei ergab sich, daß Milzextrakt gar keine hämolytische Wirkung besaß, Leberextrakt meist eine deutliche, daß aber unter der Einwirkung von Milz- und Leberextrakt die Hämolyse ganz außerordentlich verstärkt wurde. Die im Milzextrakt enthaltene Substanz, welche die Wirkung des Leberextraktes verstärkte, erwies sich als eine, die durch Kochen unwirksam gemacht wurde. Die hämolysierende Funktion der Leber ist nur eine vorbereitende; denn um aus dem Blutfarbstoff den Gallenfarbstoff zu bereiten, muß noch der Abbau des frei gewordenen Hämoglobins dazu kommen. Demgemäß zog *Ebnöther* auch noch den Hämoglobinabbau durch Milzextrakt, durch Leberextrakt und durch die Vereinigung von Milz- und Leberextrakt in das Bereich seiner Untersuchungen. Milzextrakt in physiologischer Kochsalzlösung bewirkte einen ringförmigen Abbau von Hämoglobin, Leberextrakt einen ausgesprochenen, aber derselbe wurde weit

übertrifft durch die gleichzeitige Gegenwart von Milz- und Leberextrakt. Durch diese Ergebnisse hat *Ebnöther* eine neue Funktion der Milz, die darin besteht, daß sie Stoffe an die Leber abgibt, welche Funktionen der Leber zu aktivieren bzw. zu verstärken vermögen, in ihren ersten Umrisen erkannt. Die Milz besitzt in Wahrheit eine hämolytische und eine hämoglobinabbauende Funktion, die aber erst in ihrem Zusammenwirken mit der Leber zur Geltung kommt.

Überblickt man die Gesamtheit des jetzt vorliegenden Tatsachenmaterials, so kann kein Zweifel mehr darüber bestehen, daß die Milz im Gegensatz zu den früheren Anschauungen durchaus kein nebensächliches Organ ist, vielmehr im Besitz sehr fein ausgebildeter und für den Organismus bedeutungsvoller Funktionen ist. Es liegt allerdings in der Eigenart der Milzfunktionen bedingt, daß die Milz an und für sich für den bloßen Bestand des Lebens entbehrt werden kann, und insofern ist sie ein Organ von mehr sekundärer Bedeutung. Neben der Eigenart der Milzfunktion rührt dies auch daher, daß die Umweltsbedingungen meist derart sind, daß das Fehlen der Milz ohne Gefahr für das Leben vertragen werden kann. So wie durch den Experimentator die Umweltsbedingungen aber geändert werden, ist das Fehlen der Milz durchaus nicht mehr gleichgültig. Die Erkenntnis, daß die Milz ein Organ des Eisenstoffwechsels ist, daß sie ferner durch ihr Zusammenwirken mit der Leber und mit dem Knochenmark im Werden und Vergehen der Blutkörperchen und ihrer Bestandteile eine wichtige Rolle spielt, daß sie in regulativer Beziehung zur Schilddrüse steht, und schließlich, daß sie auch in den Sauerstoffwechsel einzugreifen vermag, wirft für Physiologie und Pathologie ganz neue Probleme auf, welche noch für viele schwierige und aussichtsreiche Arbeit Gelegenheiten eröffnen.

Besprechungen.

Graetz, Leo, Die Physik. (Die Naturwissenschaften und ihre Anwendungen, eine allgemeine Naturkunde für Jedermann. I. Band.) Leipzig, Naturwissenschaften G. m. b. H., 1917. XXXI, 569 S., 385 Abbildungen im Text und 15 Tafeln. Preis geh. M. 16,—, in Leinen M. 18,—, in Halbfranz M. 20,—.

Ein gutes volkstümlich oder auch nur elementar geschriebenes Buch über die Physik und ihre Anwendungen ist ein pium desiderium. *Graetz* hat es versucht — vielleicht verlockt durch den Erfolg seines Buches über die Elektrizität und ihre Anwendungen — die hier zweifellos vorhandene Lücke in unserer populärwissenschaftlichen Literatur auszufüllen. Die Lücke bleibt aber auch nach dem Erscheinen seines Buches offen.

Es ist schwer zu sagen, an welchen Leserkreis *Graetz* gedacht hat, denn, was er in seinem Vorwort hierüber sagt, ist zu allgemein gehalten, um deutlich zu sein. Er spricht von der Zeit nach dem Kriege und sagt: „Mehr noch wie bisher werden die weitesten Kreise aufgerufen sein, teils schaffend und fördernd,

teils aufnehmend und verstehend die Naturkräfte in den Dienst der Menschheit zu zwingen, und alle diese werden notwendig sich mit den Tatsachen und Gesetzen der Physik vertraut machen müssen. *Für alle diese ist dieses Buch geschrieben* Indem die Physik in der scheinbar unermesslichen Großartigkeit und Vielseitigkeit der Natur die festen Gesetze aufweist, erlaubt sie uns den Ablauf der Erscheinungen vorher zu sagen oder, wenn wir es wollen, willkürlich zu beeinflussen. Die Einsicht in solche Gesetzmäßigkeit ist für uns im Gegensatz zu den reinen Gedanken anderer Wissenschaften eine wirkliche, uns befriedigende Bereicherung unserer Erkenntnisse, und *für alle diejenigen, die solche Erkenntnis suchen, ist dieses Buch geschrieben*. Diese Umgrenzung des Leserkreises ist gar zu unbestimmt, um charakterisierend zu wirken. Mit Rücksicht auf den schwer definierbaren Leserkreis ist die Anlage des Buches eine besondere. „Es ist kein Lehrbuch der Physik im gewöhnlichen Sinne, insofern es weder auf strenge Systematik noch auf Vollständigkeit Wert legt. Es enthält Vieles nicht, was in ein Lehrbuch hineingeht, aber es enthält umgekehrt Vieles, was in den Lehrbüchern nicht zu finden ist. Es sucht einerseits die Tatsachen der Physik, und zwar in möglichst weitem Umfange, bis zu den heutigen Grenzen unseres Wissens darzustellen, aber es will andererseits die Durchdringung dieser Tatsache durch unsern Verstand die Bildung der physikalischen Begriffe und die Ermittlung einheitlicher Bilder von der Natur verständlich machen, und um die Physik . . . für die Gesamtheit zugänglich zu machen, ist versucht worden, das Verständnis physikalischer Vorgänge und Gesetze . . . zu fördern, ohne von der mathematischen Formelsprache Gebrauch zu machen. . . . Die technische Anwendung wurde überall mit besonderer Vorliebe teils ausführlich, teils hinweisend behandelt.“ In kurzes und gutes Deutsch übersetzt: Der Verfasser bestimmt das Buch für alle diejenigen, die, ohne mathematisch geschult zu sein, sich über die gesetzmäßigen Zusammenhänge der physikalischen Erscheinungen und über ihre technischen Anwendungen unterrichten wollen. — Kein Verständiger wird nun deswegen beanspruchen, seine ganze Wißbegierde, die er dem Gebiete entgegenbringt, aus diesem einen Buche befriedigen zu können, aber jeder kommt mit einigen bestimmten und zwar berechtigten Erwartungen, und damit ist der Standpunkt gegeben, von dem aus man beurteilen muß, wie weit es dem Verfasser geglückt ist, sein Programm durchzuführen.

Von vornherein sei betont, die Darstellung ist wirklich allgemein verständlich. Das, was der Verfasser ausführlich behandelt hat — *ausführlich* — ist jedem, der aufmerksam liest, vollkommen zugänglich. Vortrefflich ist z. B. die Auseinandersetzung des wahrlich nicht einfach zu behandelnden Entropiebegriffs, die Darlegung des Zusammenhanges der Entropie mit der Wahrscheinlichkeit, das Gesetz von den Atomwärmen und von ihrem Verhalten bei den tiefsten und den höchsten Temperaturen und dergleichen mehr. Viele Dinge, die denselben Anspruch auf eine so ausführliche Darlegung haben wie die erwähnten, hat der Verfasser freilich nur gestreift oder auch gar nicht besprochen. Aber er sagt ausdrücklich, daß er kein systematisches Lehrbuch schreibt und daß in dem Buche Vieles nicht zu finden ist, was ein Lehrbuch enthält. Hinter diese Verteidigungslinie wird er sich übrigens stets zurückziehen können, besonders dort, wo es sich um Dinge handelt, von denen der Leser noch nichts gehört hat und nach

denen er daher auch nicht von selber gefragt haben würde. Aber der Leser würde die ihm in so leicht verständlicher Form *angebotene* Belehrung dankbar angenommen haben, wie er auch die über die Entropie annehmen wird, von der er ja auch kaum je gehört haben wird. Wie steht es aber mit den Dingen, über die der Leser selber Belehrung *sucht* und die er in dem Buche bestimmt zu finden erwartet? Hier steht der Verfasser vor der heiklen Frage der Stoffverteilung, d. h. der Frage, *was* er behandeln und besonders, *was* er *ausführlich* behandeln soll. Einwandfrei ist diese Frage überhaupt nicht zu beantworten. „Dazu sind die Anforderungen, die die verschiedenen Leser an ein solches Buch stellen, viel zu mannigfaltig. Aber die Frage, was in dem Buche nicht *fehlen* darf, wenn sich der Suchende nicht mit Recht enttäuscht fühlen soll, läßt eine Antwort zu, und gerade diese Frage führt zu der Entdeckung auffallender und zahlreicher Lücken in dem Buch, die der Verfasser nicht mit dem im Vorwort gemachten Vorbehalt rechtfertigen kann.“

So gering auch die eigentlichen physikalischen Interessen eines Durchschnittslesers sein mögen, so hat er doch z. B. die Schlagworte „Relativitätstheorie“, „Einsteinische Gravitationstheorie“, „Quantentheorie“ und dergleichen zu oft nennen hören, um nicht die Gelegenheit zu ergreifen, sich darüber zu unterrichten. In einem Buche wie dem Graetzschen wird er dem Vorwort nach sicherlich Belehrung darüber erwarten, aber in dieser Erwartung sieht er sich getäuscht. Zweifellos würde *Graetz* das Relativitätsprinzip mit seinen hauptsächlichsten Folgerungen und die Grundlagen der Einsteinischen Gravitationstheorie dem Leser klar zu machen gewußt haben, wenn er sich der Mühe unterzogen hätte, und sein Verdienst wäre wahrlich nicht gering gewesen, denn trotz der zahlreichen Darstellungen der Relativitätstheorie gibt es keine, die für den Laien vollkommen verständlich und angenehm lesbar wäre. Aber der Verfasser hat sich dieser Mühe eben nicht unterzogen, und so erfährt der Leser so gut wie nichts davon, denn was das Buch z. B. über die Relativitätstheorie enthält, darf man, ohne ihm zu nahe zu treten, „so gut wie nichts“ nennen. Ganz dasselbe gilt von der Quantentheorie, obwohl das Vorwort, wo es aufzählt, „wie weit in die neusten Forschungen hinein die Darstellung geht“, auch die Energiequanten nennt. Es wäre ein geringerer Fehler gewesen, die Quantentheorie überhaupt nicht zu erwähnen, als in der — man darf sagen — rudimentären Form, in der sie dem sachkundigen Leser keine wirkliche Belehrung bietet, ihn aber vielleicht glauben machen wird, daß er nun weiß, was es mit der Quantentheorie auf sich hat.

Graetz geht aber auch an viel näher liegenden Dingen wortlos vorüber. Angeblich hat er „die geschichtliche Entwicklung der Physik an entscheidenden Stellen ausführlich besprochen“. Niemand wird eine buchstäbliche Erfüllung der Zusage erwarten, aber wo Physiker mit volkstümlich gewordenen Namen, wie *Abbe* oder wie *Nernst*, die geschichtliche Entwicklung der Physik an entscheidenden Stellen bestimmt haben und wo es sich um allgemein interessante Dinge handelt, die sehr gut allgemein verständlich dargestellt werden können, hätte der Verfasser seine Zusage erfüllen sollen, um den Leser über die wahre Bedeutung der Träger so bekannter Namen zu belehren, um so mehr, als es deutsche Physiker sind, deren Namen weltbekannt sind. Für den Draußenstehenden ist *Nernst* nur der Erfinder der Nernstlampe und *Abbe* ein

märchenhaft sozial empfindender Mann, der eine Stiftung errichtet hat. Es wäre ein nobile officium für *Graetz* gewesen, hier aufklärend zu wirken. Aber *Nernst*, für dessen reiches Lebenswerk die Lampe nur eine Episode war, wie sie in der neuzeitlichen Entwicklung der Beleuchtungstechnik nur eine Episode war, wenn auch eine von ungewöhnlich großer Bedeutung, ist in dem Buche auch nicht einmal andeutungsweise erwähnt (übrigens nicht einmal seine Lampe), und die dürftige Bemerkung, daß „auf Anregung des berühmten Professors *Abbe* in Jena ein glastechnisches Institut (Schott & Genossen) gegründet worden ist“, ist alles, womit der Name *Abbe* in dem Buche in Verbindung gebracht wird und läßt den sachunkundigen Leser nicht ahnen, daß ihm hier die Belehrung über die Bedeutung eines Physikers vorenthalten wird, der zu den allergrößten gehört. Warum erzählt der Verfasser dort, wo er vom galvanischen Element spricht, nichts davon, daß die Entwicklung des Elementes, die mit Volta beginnt, durch *Nernsts* Arbeiten über die elektromotorische Wirksamkeit der Ionen zum Abschluß, oder doch so gut wie zum Abschluß gebracht worden ist? Da ihm die Darstellung der Entropie so gut geglückt ist, hätte er es auch mit dem Wärmethorem versuchen sollen. Warum schildert der Verfasser nicht *Abbes* Lehre von der Strahlenbegrenzung, die seit 40 Jahren das ihr gehörige Gebiet der Optik beherrscht und den Bau der optischen Instrumente auf eine ungeahnte Höhe gehoben und das Opernglas, das Mikroskop, das photographische Objektiv fast aufs neue erschaffen hat? Warum geht der Verfasser an alle dem wortlos vorüber? Es würde den Laien schon interessieren, zu hören, daß nicht nur das Auge eine „Pupille“ hat, sondern das jedes bilderzeugende optische Instrument damit versehen ist, ja sogar zwei Pupillen enthält, die Eintrittspupille und die Austrittspupille. Was eine Pupille ist, weiß jeder Leser, und das bietet eine Handhabe, um die Bedeutung dieses für die Entwicklung der modernen praktischen Optik fundamentalen Begriffes auseinanderzusetzen. Freilich sind solche Darstellungen mühsam. Mit einer flüchtigen Niederschrift ist es nicht getan, man muß sie umformen und wieder umformen und in eine leicht lesbare Sprache kleiden, wenn alles verständlich werden soll. Der Verfasser hat aber diese Mühe meist gescheut und hat vieles ungetan gelassen, was er hätte tun müssen, um auch nur einen kleinen Teil des im Vorwort Versprochenen zu erfüllen.

Im Gebiete der reinen Physik kann der Leser dem Verfasser natürlich vertrauensvoll folgen, wenn auch die mancherlei Undeutlichkeiten nicht unerwähnt bleiben dürfen, die gerade für den aufmerksamen und nachdenklichen Leser oft recht störend sind. (So z. B. wenn bei der Beschreibung des gewöhnlichen Quecksilberthermometers der Hinweis fehlt, daß die Kapillare bis auf den Quecksilberdampf luftleer ist, oder wenn bei der Umkehrung der Spektrallinien die am Orte der D-Linie erscheinende Linie, die im Kontrast zu der hellen Nachbarschaft doch nur *dunkel* ist, tiefschwarz genannt wird, der Leser aber erfährt, daß die absorbierende Flamme Licht von derselben Farbe aussendet, *etwas* von der Farbe der Flamme, die das Licht aussendet, im Spektrum also doch vorhanden sein muß, und dergleichen mehr.)

Anders und ernster liegen die Dinge, die die technische Anwendung der Physik betreffen. „Die technischen Anwendungen wurden überall mit besonderer Vorliebe teils ausführlich, teils hinweisend behandelt“,

sagt das Vorwort, aber mit Unrecht. Die reinen Physiker haben im allgemeinen nur geringe Fühlung mit der Technik und der Industrie und haben auch kein besonderes Interesse für die technischen Anwendungen der Physik, es sei denn für die Anwendungen eines bestimmten Gebietes, das sie selber im Laboratorium bearbeiten. Daher ist ihr Wissen davon, wie sich die Dinge in der technischen Praxis darstellen — Ausnahmen kommen natürlich wie überall vor und wie z. B. *Abbe*, *Nernst*, *Haber* beweisen — erstaunlich gering. Zwischen dem Laboratorium und der Fabrik klafft eine weite Lücke, über die die Physiker meist nicht hinüber wollen. Es scheint eine naturgemäße und tiefe Begründung für diese Abneigung vorhanden zu sein. (Auch *Faraday*, dessen Entdeckungen doch die Entwicklung der Technik stärker beeinflusst haben als diejenigen irgend eines andern Physikers vor ihm und nach ihm, hat für ihre technischen Anwendungen so gut wie gar kein Interesse bewiesen.) Aber dann sollte ein Physiker, der nicht zum Ingenieur geworden ist und nicht aus der Erfahrung weiß, daß sich die Dinge in der Praxis anders ausnehmen als im Lehrbuch, nicht daran gehen, ein Buch zu schreiben, in dem er die technischen Anwendungen der Physik besonders in den Vordergrund zu stellen beabsichtigt. Hätte sich der Verfasser mit einigen Ingenieuren vereinigt, die ihr Fach aus eigener Erfahrung so gut beherrschen, wie er selber die Physik beherrscht, dann würde er ein gutes Buch über die Physik und ihre Anwendungen geschaffen haben. Er hat sich aber allein an die Aufgabe gemacht, offensichtlich ohne andere als literarische Beziehungen zu der Technik zu haben — auch sein Buch über die Elektrizität und ihre Anwendungen verrät diese Art seiner Beziehungen zur Technik auf Schritt und Tritt — und ist, wie nicht anders zu erwarten war, daran vollkommen gescheitert.

Der Wunsch, sich über die technischen Anwendungen der Physik zu unterrichten, ist bei den meisten jetzt viel größer als zu anderer Zeit, wie z. B. der Erfolg der seit Kriegsbeginn in dritter Auflage erschienenen „Physik im Kriege“ von *Auerbach* beweist. Aber das *Graetzsche* Buch erfüllt diesen Wunsch recht spärlich, zum nicht geringen Teil deswegen, weil es planlos zu Werke geht. Der Frage, was überhaupt behandelt werden soll, was ausführlich behandelt werden soll, was keinesfalls fehlen darf, scheint der Verfasser nicht systematisch nachgegangen zu sein. Daß er auswählen mußte, ist selbstverständlich, aber er mußte es natürlich nach einem festen Plane tun. Er hätte sich etwa vornehmen können, die Anwendungen zu besprechen, denen jeder im alltäglichen Leben begegnet oder von denen jeder gerade *jetzt* dauernd hört und liest oder er hätte sich nach einem andern leitenden Gesichtspunkte richten können. Aber nichts von alledem ist zu merken.

Die Darstellung der Anwendungen selber ist recht unbefriedigend ausgefallen, sowohl dem Umfange wie der Form nach. Es würde zu weit führen, jedes einzelne Kapitel hier daraufhin zu besprechen, aber es genügen auch schon einige Beispiele. Der Verfasser spricht z. B. von dem Nutzeffekt der Dampfmaschine und erläutert ihn an einer Kondensationsmaschine. Er zeigt an der vom zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie her bekannten Formel, daß der maximale Nutzeffekt dieser Maschine 27,4 % beträgt und sagt

dann: „Nur etwas über ein Viertel der aufgenommenen Wärme wird wirklich in Arbeit verwandelt, die übrigen nahezu drei Viertel gehen in den Kondensator als Wärme von geringerer Temperatur über.“ Der Leser erhält also die Belehrung, daß der maximale Nutzeffekt dieser Dampfmaschine etwa 27,4 % beträgt. Hier fehlt die unerläßliche Ergänzung, daß dieser Nutzeffekt nur auf dem Papier steht. Die besten Großdampfmaschinen verwandeln nur 13—15 % der aufgenommenen Wärme in Nutzarbeit, die besten Benzinmotoren etwa 22 % und nur der Dieselmotor arbeitet mit einem höheren Nutzeffekt, etwa 33 %. Dieser ist in dem Buche nicht einmal erwähnt, und der Explosionsmotor überhaupt nur recht unzulänglich besprochen (die 4 Figuren, die die 4 Phasen des Viertaktmotors darstellen sollen, sind unerlaubt undeutlich).

Die Darstellung der optischen Instrumente, die sogar fast alle Lehrbücher der Experimentalphysik eingehender, auch im allgemeinen verständlich bringen, läßt hier auffallend viel zu wünschen übrig. Wieder befremdet die Auswahl des Dargestellten. Sextant, Augenspiegel, Opernglas, Entfernungsmesser, Stereoskop — die Reihe ließe sich noch erheblich verlängern — nichts davon ist vorhanden. Nicht einmal der optische Apparat des Auges ist beschrieben, und bei der Besprechung der Linsen ist die Brille zwar *erwähnt*, aber in einer Form, die schwerlich als belehrend gelten kann. „Die wichtigste Anwendung haben die Konkavlinsen als Brillengläser für Kurzsichtige erfahren. Die Konvexlinse, deren Brennweite durch sie verändert wird, ist die Kristalllinse des Auges, die bei Kurzsichtigen von entfernteren Gegenständen Bilder nicht auf der Netzhaut, sondern vor derselben mehr zum Augeninnern zu entwirft, während diese Bilder durch eine vorgesetzte Konkavbrille auf der Netzhaut, wie es sein soll, entstehen.“ Niemand, der den Bau des Auges nicht schon kennt, kann sich nach dieser Beschreibung die Wirkung eines Brillenglases vorstellen. Eine kurze Beschreibung des Gesichtsapparates des Auges (etwa im Vergleich mit einer photographischen Kammer) und eine einfache Zeichnung würden mühelos jedem klar gemacht haben, um was es sich handelt. Ja sogar die Punktabrillengläser, die allerorten angepriesen und durch bildliche Darstellungen bekannt gemacht werden, hätten in ihrer Wirkung mühelos und sehr anschaulich erläutert werden können, wie es z. B. in dem Auerbachschen Buche vortrefflich geschehen ist. Aber ganz abgesehen von alledem, was hier unterblieben ist — die Art der Darstellung ist recht angreifbar. „Die Konvexlinse, deren Brennweite durch sie (d. h. die Konkavlinse) verändert wird, ist die Kristalllinse des Auges“ hätte der Verfasser nicht schreiben dürfen. Was er hat sagen wollen, ist nur dem klar, der den Vorgang bereits kennt. Der braucht aber die Belehrung nicht, sondern wird diese hier nur bemängeln. Die Brennweite der Kristalllinse wird durch Wölbung oder durch Abflachung verändert, aber nicht dadurch, daß man eine Linse davor setzt, und ohne Zeichnung wird sich niemand, der die Sache nicht schon kennt, vorstellen können, was es heißt, daß bei Kurzsichtigen von entfernten Gegenständen die Bilder nicht auf der Netzhaut, sondern vor der Netzhaut entstehen. Es wäre ein Leichtes gewesen, zu erklären und zu zeigen, daß sich im kurzsichtigen Auge die bilderzeugenden Strahlen vor der Netzhaut, im weitsichtigen hinter der Netzhaut schneiden, und dadurch auf der Netzhaut Zerstreuungskreise entstehen, die das Sehen undeut-

lich machen, aber durch Linsen, die vor das Auge gesetzt werden, am Entstehen verhindert werden können.

Wieviel die Darstellung an Deutlichkeit zu wünschen übrig läßt, erläutere ich noch an der Beschreibung des Prismenfernrohres. „Da das Objektiv eines Fernrohres das Bild vollständig umkehrt, sowohl rechts mit links wie oben mit unten vertauscht, so muß man durch zwei solche Umkehrprismen die beiden Umkehrungen wieder redressieren und kann dann als Okular eine einfache Lupe anwenden. In Figur 332 ist ein solches System, bestehend aus zwei nebeneinander liegenden Prismen, gezeichnet, von denen das eine eine horizontale brechende Kante, das andere eine vertikale hat. Durch die vierfache totale Reflektion wird die Richtung des Strahles, der zum Okular kommt, verschoben gegen diejenige des einfallenden Strahles. Die Okulare eines solchen Fernrohres liegen näher aneinander als die Objektive und man kann sogar absichtlich die Objektive recht weit auseinander bringen. Man hat dadurch den Vorteil, daß man die Gegenstände plastischer sieht. Die Scherenfernrohre sind derart eingerichtet.“ Die Unklarheit im Ausdruck wird durch mangelhafte Behandlung der Sprache noch verstärkt. Zu schreiben „Umkehrungen wieder redressieren“ verstößt schließlich nur gegen die Form des Ausdrucks, wenn auch die meisten, ohne „Sprachreiner“ zu sein, ihn sicherlich schlecht finden werden; aber zu schreiben, daß durch die vierfache totale Reflektion die Richtung des Strahles, der zum Okular kommt (sic!) gegen diejenige des einfallenden Strahles „verschoben“ wird und die Okulare eines solchen Fernrohres näher aneinander liegen als die Objektive, ist ungeschickt. Der Nachdruck ist darauf zu legen, daß durch die Konstruktion die *Objektive weiter auseinander gerückt* werden als der gegenseitige Augenabstand beträgt. Wie ein Scherenfernrohr zustande kommt, wird nicht beschrieben, auch der Ausdruck wird nicht erklärt, sondern nur das Wort steht da, und wie es kommt, daß die Gegenstände *plastischer* erscheinen, wird ebenso wenig auseinandergesetzt, denn dazu hätte erst das Stereoskop auseinandergesetzt werden müssen, und ferner deutlich gemacht werden müssen, wie die zwei monokularen Gesichtsfelder die Vorstellung des Raumes erzeugen. Aber nichts von alledem ist in dem Buche zu finden, das angeblich die technische Anwendung überall mit besonderer Vorliebe teils ausführlich, teils hinweisend behandelt. Man wird den Photographenapparat und seine Handhabung auseinandergesetzt zu finden erwarten, aber nichts dergleichen findet sich, es sei denn, daß man die flüchtige Erwähnung des Anastigmaten dahin zählen will. Selbst ein so interessanter Apparat wie die Verantlupe, die *jeden* Amateurphotographen interessieren würde, fehlt. Jeder Musikliebende würde über die Musikinstrumente etwas zu finden erwarten, aber er findet so gut wie nichts darüber. Die Angabe, „die Pfeifen sind meistens Lippenpfeifen“, ist übrigens falsch. Die Pfeifen sind meistens Zungenpfeifen. Unter den Orchesterinstrumenten sind nur die Flöten Lippenpfeifen, alle andern Holzblasinstrumente, sämtliche Blechblasinstrumente sind Zungenpfeifen, auch der Kehlkopf ist eine Zungenpfeife, ebenso sind die meisten Orgelpfeifen Zungenpfeifen. Der Hinweis auf das Scherenfernrohr ohne jegliche Erklärung, wie das Wort zustande kommt, ist nur ein vereinzelter Fall, wo das Wort für die Sache dasteht ohne Zusammenhang und ohne jede Erklärung. „Die Fernrohre werden so montiert, daß sie durch ein Uhr-

werk stets um die Polarachse gedreht werden, so daß ein Stern dauernd im Gesichtsfeld bleibt. Figur 329 zeigt ein solches, wie man es nennt, parallaktisch montiertes Fernrohr.“ Was parallaktisch bedeutet, wird nicht gesagt, und so stehen die Worte Aplanat, Achromat, Apochromat usw. ohne Erklärung da, unbekümmert darum, ob sich der Leser etwas dabei denken kann.

Diesen Mängeln gegenüber kann sich der Verfasser nicht jederzeit durch den Satz in seinem Vorwort decken: „Es ist kein Lehrbuch der Physik im gewöhnlichen Sinne, insofern es weder auf strenge Systematik noch auf Vollständigkeit Wert legt. Es enthält Vieles nicht, was in ein Lehrbuch hineingehört, aber es enthält umgekehrt Vieles, was in den Lehrbüchern nicht zu finden ist.“ Die Richtigkeit des zweiten Satzes ist übrigens zu bestreiten. Das Buch enthält nichts, was nicht in jedem einigermaßen brauchbaren Lehrbuche zu finden ist.

Noch auf einen anderen Mangel des Buches muß hingewiesen werden, der symptomatischer Natur ist und nicht als nebensächlich angesehen werden darf. Er betrifft die Figuren. Es dürfte kaum ein zweites Buch über Physik existieren, das so viel Raum auf überflüssiges illustratives Beiwerk verschwendet. Der Verfasser sagt: „Ein besonderer Schmuck des Werkes sind die Bildnisse einer großen Anzahl der bedeutendsten Physiker. Es ist eine Dankesschuld, die den großen Meistern der Physik gezollt wird, daß ihre Bilder allen denen vertraut gemacht werden, die sich lernend, aufnehmend, anwendend und fortführend an ihren Werken begeistern.“ Nein! Es ist eine Dankesschuld, die der Verfasser den großen Meistern der Physik abträgt (nicht: zollt), wenn er einem großen Leserkreise ihre Werke verständlich macht, und wenn er den Verlag verhindert, Bilder von ihnen in dem Buche unterzubringen, die zum Teil an Karikaturen erinnern. Es ist schwer, vor den Bildern von *Bunsen* und von *Boltzmann* ernst zu bleiben, und die ganzseitige Abbildung des *Meyer-Denkmal*s in Heilbronn — eine halbe Seite geht für die Darstellung des *Sockels* hin — die ganzseitige Darstellung von *Frau Curie* in ihrem Laboratorium, die ganzseitige Darstellung *Fraunhofers* neben einem Spektrometer, das ganzseitige Medaillonbild von *Archimedes*, eine fast schwarze ganzseitige Wiedergabe eines *Helmholtz*-Bildes von *Lenbach*, eine fast noch schwächere Wiedergabe eines Bildes von *Watt*, ein an Dunkelheit nur wenig zurückstehendes Bild von *Kirchhoff* werden wohl den meisten nichts weniger scheinen als der Ausdruck eines Dankes, den der Verfasser den Manen der großen Physiker darbringt. Und die Auswahl der Physiker, die durch die bildliche Wiedergabe in dem Buche geehrt werden sollen! *Wilbur* und *Oroville Wright* sind mit je einem Porträt in Visitenkartenform vertreten, aber *Lilienthal* und *Zeppelin* fehlen. *Pacioti* ist vertreten, nicht aber *Hefner* und *Werner Siemens*, *Fresnel*, nicht aber *Abbe*, und so ließe sich die Liste der Seltsamkeiten in der Auswahl der Physikerporträts noch weit verlängern. Aber diese schlimmstenfalls nur überflüssigen und Raum wegnehmenden Bilder haben mit dem Wert des Buches nichts zu tun. Anders die Illustrationen, die die Darstellung unterstützen und verständlich machen sollen. Leider können nur sehr wenige Lehrbücher der Physik in dieser Hinsicht vor den Augen eines Ingenieurs bestehen, wenn auch in den letzten Jahren hierin vieles besser geworden ist.

Aber die Abbildungen in dem vorliegenden Buche fordern einen scharfen Protest heraus. Darstellungen wie die der Turbinenwelle mit mehreren Laufrädern (Fig. 130) oder wie die zur Veranschaulichung der Vorgänge im Viertaktmotor (Fig. 131), der Drehstromtransformator (Fig. 265), der Öltransformator (Fig. 266), die Figur zur Veranschaulichung der Entstehung fester Kohlensäure, die Dewargefäße, um nur einige zu nennen — die Reihe ließe sich gewaltig verlängern — wären in dem Buche eines Ingenieurs völlig unmöglich. Der Verleger hätte ein Veto einlegen und für andere Zeichnungen sorgen müssen, was müheelos hätte geschehen können. Bald sind die Figuren — ohne aber dabei etwa sehr auf Einzelheiten einzugehen — unnötig groß, wie die zur Erklärung des Kreiselkompasses oder des Schlickschen Schiffskreisels usw., bald sind sie zu klein, um überhaupt irgend etwas Brauchbares erkennen zu lassen, wie z. B. die Figur zur Beschreibung der Vorgänge im Viertaktmotor. Dazu sind sie fast durchweg zeichnerisch unerlaubt unbeholfen: Abbildungen, wie zum Beispiel die Figuren 28. und 373, dürfen in einem ernsthaften Buche nicht vorkommen; sie wirken fast wie eine Nichtachtung gegenüber dem Leser, dem man auch Lächerliches bieten zu dürfen glaubt. An der Art und Weise der Figurenbehandlung zeigt sich ein charakteristischer Unterschied zwischen dem Physiker und dem Ingenieur. Die Physiker könnten in der Beziehung sehr zu ihrem Nutzen bei den Ingenieuren in die Schule gehen und sich daran gewöhnen, daß eine Zeichnung genau so wichtig ist wie der Text, in vielen Fällen sogar mehr enthält und weit deutlicher ist als der bestgeschriebene Text. Es ist unbegreiflich, daß in einem modernen Buche über die Physik die zu dem Mikroskop gehörigen Figuren 334, 335 und 336 auftreten können. Selbst die kleinste Firma, die Mikroskope in den Handel bringt, würde Anstand nehmen, in ihren Katalog solche Figuren aufzunehmen.

Aber neben den Figuren ist, was noch wichtiger ist, die Sprache zu beanstanden. Das Deutsch ist unbehilflich und zeigt auf Schritt und Tritt, daß das Buch in großer Eile, und daher ohne die wünschenswerten Aufmerksamkeit auf den Ausdruck niedergeschrieben ist. Und das ist um so mehr zu bedauern, als die Schwierigkeit für das Verständnis physikalischer Dinge sehr oft weit weniger in der Verwickeltheit der Dinge liegt als in der Unbeholfenheit ihrer Darstellung. Leider muß es sich die deutsche Sprache oft genug gefallen lassen, in den wissenschaftlichen Büchern gemartert zu werden. Die Puristen, die ein so merkwürdig feines Gefühl für die Sprache zu haben glauben und sich über jedes Fremdwort ereifern, würden ein besseres Werk tun, wenn sie die deutsche Sprache gegen alle diejenigen Vergewaltiger schützen wollten, die sich in ellenlangen Sätzen, falschen Bildern, Mangel an Logik und Mangel an Grammatik nicht genug tun können. Das vorliegende Buch ist ein geeignetes Objekt dafür.

Vielleicht ist dem Graetzschen Buche trotz der vielen Mängel, die ihm anhaften, bald eine neue Auflage beschieden, gerade weil eine volkstümliche Darstellung der Physik und ihrer Anwendungen eine dringende Notwendigkeit ist, und wenigstens derjenige Teil der reinen Physik, der in dem Buche behandelt ist, tatsächlich allgemein verständlich geschrieben ist. Der Umfang des Buches brauchte gar nicht größer zu werden, als er gegenwärtig ist, nur müßte er ökonomischer behandelt werden. Der Raum, den

die unnötigen Physikerbilder einnehmen, könnte für die Darstellung verwendet werden. Viele von den überflüssigen und mangelhaften Zeichnungen, z. B. die ganzseitigen bunten, könnten durch wirklich erläuternde von technischem Geist erfüllte ersetzt werden, und die $3\frac{1}{2}$ Bogen, die auf Namenverzeichnis, Sachverzeichnis und Verzeichnis der Abbildungen (!) verschwendet worden sind, würden einen erheblichen Teil für die Darstellung abgeben können. Ein ganz besonderes Verdienst um das Buch würde sich aber der Verlag erwerben, wenn er das geradezu unmögliche Format von 20×28 cm auf ein handliches heruntbringen würde und das Gewicht des Buches, das geheftet nicht weniger als 2 kg beträgt, um ein erhebliches verminderte. Nicht jeder Leser ist im Besitz eines Stehpultes, und auf anderem Wege ist das Buch kaum zu lesen.

Arn. Berliner, Berlin.

Deutsche Ornithologische Gesellschaft.

Die Deutsche Ornithologische Gesellschaft veranstaltete am 3. September d. J. im Zoologischen Garten zu Berlin eine Sitzung zur Feier des 70. Geburtstages ihres langjährigen Generalsekretärs, Geheimrats Dr. Reichenow. Der erste Vorsitzende, Professor Schalow, sprach dem Jubilar die Glückwünsche der Gesellschaft aus, indem er die großen Verdienste Geheimrats Reichenow in der Ornithologie und besonders in der Erforschung der Fauna Afrikas würdigte, und überreichte ihm als Geschenk der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft eine Festschrift, die als zweiter Band, Jahrgang 1917, des von Reichenow redigierten Journals für Ornithologie erschienen ist und zahlreiche Arbeiten auf dem Gebiet der Systematik, Faunistik und Biologie aus der Feder deutscher Ornithologen enthält. Geheimrat Reichenow bedankte sich in warmen Worten für die ihm zuteil gewordene Ehrung und hob hervor, daß er von frühester Jugend an ein besonderes Interesse für die Vogelwelt gehabt habe, deren Studium dank eines günstigen Geschicks sein Lebensberuf wurde, der ihm stets eine Quelle reiner Freude und hoher Befriedigung gewesen sei. — Hierauf hielt Major von Lucanus einen Vortrag über die geographischen Formen von *Turdus viscivorus* L. Der Vortragende wies darauf hin, daß neben den verschiedenen Größenverhältnissen auch die hellere und dunklere Schattierung der Ober- und Unterseite, besonders der mehr oder weniger ausgeprägte rostgelbe Anflug auf der Unterseite, als charakteristische Merkmale für die Unterarten in Betracht kommen. Dagegen sind die Abweichungen in der Fleckung der Unterseite, die in einer dichteren oder spärlicheren Verteilung, wie in einer helleren oder dunkleren Farbe der Flecke bestehen, mehr individueller Natur. Eine Ausnahme bildet die nördlich-asiatische Form *Turdus viscivorus sarudnyi* Lond., die sich außer durch ihre sehr geringe Größe von allen anderen Misteldrosseln dadurch unterscheidet, daß die Flecke auf den Bauchseiten schildartig zusammenfließen. Interessant ist, daß die in Afrika lebende Misteldrossel (*T. viscivorus deichleri* Erl.) auf der Oberseite einen Anflug jener rötlichgelben Sandfarbe zeigt, die für die Wüstentiere, z. B. Wüstenlerche, Springmaus, Fenek, so charakteristisch ist. Die Misteldrosseln der Mittelasiatischen Gebirge (*Turdus viscivorus bonapartei* cab. und *pseudohodgsoni* Kleinschm.) sind mit einer Flügelgröße von etwa 160 bis 170 mm erheblich größer als die mitteleuropäische Form *viscivorus viscivorus* L., die ein Durchschnittsflügelmaß unter 160 mm aufweist. Die Formen bona-

partei vom Himalaya und *pseudohodgsoni* vom Altai und Turkestan unterscheiden sich voneinander nach Majors von Lucanus Ansicht weniger in der Größe als in der Farbe; erstere ist etwas dunkler, letztere bedeutend heller und fahler im Gesamtkolorit. Major von Lucanus legte hierauf zwei vom Grafen Zedlitz an der Ostfront bei Slonim als Brutvögel gesammelte Misteldrosseln vor, die in ihrer hellen Färbung, besonders dem fast reinweißen Grundton der Unterseite der *Pseudohodgsoni*-Form gleichen, mit ihrem Flügelmaß von nur 150 und 151 mm sich aber den mitteleuropäischen Vögeln anschließen. Graf Zedlitz und von Lucanus haben daher diese Misteldrossel, die eine intermediäre Form zwischen den asiatischen und mitteleuropäischen Misteldrosseln bildet, als neue Subspezies abgetrennt und sie zu Ehren des 70. Geburtstages Geheimrats Reichenows „*Turdus viscivorus jubilaeus*“ benannt. Im Kaukasus gesammelte Misteldrosseln des Berliner Museums gleichen in Größe und Farbe vollkommen den Slonimer Vögeln, so daß als Verbreitungsgebiet der neuen Subspezies „*jubilaeus*“ die Gegend etwa vom östlichen Polen bis zum Kaukasus zu betrachten ist.

F. von Lucanus.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Schwimmbadwasser und Ozonverfahren. Franz Ickert hat berechnet, daß in einem Schwimmbad, das in 5 Tagen von 2050 Personen besucht wurde, in die Wassermenge von 750 cbm so viele Bakterien oder Keime gebracht wurden, daß auf 1 ccm Wasser 550 Keime kamen. Diese würden sich in 3–4 Tagen zu Millionen vermehren, wenn nicht die „Selbstreinigung“ des Wassers dieser Vermehrung entgegenwirkte. Es hat sich gezeigt, daß in Schwimmbädern fast unabhängig von der Besucherzahl die Keime während der ersten 3 bis 4 Tage auf mehrere Zehntausend in 1 ccm anwachsen, daß aber nach 5 bis 6 Tagen nur noch einige 1000 Keime in 1 ccm zu finden sind. Diese Zahl ist immer noch sehr hoch, namentlich im Hinblick darauf, daß Typhusbazillen von sog. Bazillenträgern während des Schwimmens ausgeschieden werden können. Ein häufiger Wasserwechsel, der am wirksamsten wäre, ist in der Regel zu teuer, das gebrauchte Wasser wird daher bisweilen durch Sandfiltration gereinigt, häufiger jedoch desinfiziert. Verfasser empfiehlt hierfür in erster Linie die Ozonisierung des Wassers, weil hierbei auch die darin gelösten organischen Substanzen oxydiert werden. Da sich das überschüssige Ozon im Wasser löst (3–4 % bei Zimmertemperatur), kann man leicht erreichen, daß die oberen Schichten des Schwimmbadwassers (etwa bis zu 1,5 m Tiefe) stets Ozon gelöst enthalten. Die Dosierung des Ozons läßt sich auf sehr einfache Weise mit Jodkaliumstärkepapiere regeln und kontrollieren. Die gesamten Kosten der Ozonisierung betragen im Mittel 3 Pf. für 1 cbm Wasser. (*Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorgg.*, Bd. 59, S. 408–411.)

S.

Über das verschiedene Ergebnis reziproker Kreuzung von Hühnerrassen und über dessen Bedeutung für die Vererbungslehre (Theorie der Anlagenschwächung oder Genasthenie). (A. v. Tschermak, *Biol. Zentralblatt* 37, H. 5, S. 217–277, 1917.) Mit der vorliegenden Studie, welche sich auf ein umfangreiches Versuchsmaterial gründet (161 Bastarde der Hühnerrassen Cochinchina gelb, Minorca weiß, Plymouth Rock, Italiener Rebhuhnfarben, Langshan)

und die Vererbungsweise von 32 Merkmalen (im Detail von 5) durch 3 bis 4 Generationen systematisch verfolgt, hofft der Verf. einen anregenden und folgenreichen Beitrag zur Weiterentwicklung des Mendelismus zu liefern. Speziell interessant sind zwei vom Verf. festgestellte Erscheinungen: nämlich das Hervorgehen verschieden aussehender und auch verschieden vererbender Produkte aus reziproker Kreuzung ($\text{♀ A} \times \text{♂ B}$ und $\text{♀ B} \times \text{♂ A}$), ferner die Umkehrung der Spaltungsverhältnisse, in welchen von der zweiten Generation ab ($F_2 = \text{Filii secundi ordinis}$) die verschiedenen Typen unter der Nachkommenschaft auftreten, wobei es selbst zum völligen nachdauernden Verschwinden des einen Elterntypus kommen kann. Beispiele dieses Verhaltens gibt folgende Gegenüberstellung, in welcher die beobachteten und die theoretisch erwarteten Zahlenverhältnisse recht gut übereinstimmen.

Cochinchina ♀ \times Minorka ♂ | Minorka ♀ \times Cochinchina ♂

I. Generation (F_1):

breiter Kamm (♂)	einfacher Kamm (♂)
vollpigmentiert (♀)	teipigmentiert
braun (♀) mit schwarz als Neuheit	weiß (♀) mit etwas schwarz als Neuheit
befiederte Schäfte (♀)	nackte Schäfte (♀)
Beinfarbe teils gelb (♀), teils grau (♂)	graue Beinfarbe (♀)

II. Generation (F_2):

breit : einfach = 15 : 1 (beob.) (15 : 1 erwartet)	breit : einfach = 1 : 15 (beob.) (1 : 15 erwartet)
vollpigm. : teipigm. : weiß = 9 : 4 : 3 (beob.) (36 : 12 : 16 erw.) (= 9 : 3 : 4 „)	vollpigm. : teipigm. : weiß = 0 : 15 : 7 (beob.) (0 : 45 : 19 erw.)
schwarz : braun : weiß = 12 : 1 : 3 (beob.) (45 : 3 : 16 erw.)	schwarz : braun : weiß = 10 : 5 : 7 (beob.) (27 : 18 : 19 erw.)
befiedert : nackt = 14 : 2 (beob.) (15 : 1 erwartet)	befiedert : nackt = 0 : 22 (beob.) (0 : n erwartet)
gelbbeinig : graubeinig = 11 : 5 (beob.) (11 : 5 erwartet)	gelbbeinig : graubeinig = 5 : 11 (beob.) (5 : 11 erwartet)

Bei seinen Kreuzungen absolut reiner Rassen findet Verf., daß der Vaternotypus die Form des Kammes, der Muttertypus die Ausbreitung und Verteilung des Pigments sowie den Farbenton, ebenso die Befiederung oder Nacktheit der Schäfte bestimmt. Es ergibt sich also ein deutlicher Einfluß des Geschlechtes der Stamelterne auf die Ausprägung der Erbanlagen.

Während die erste Bastardgeneration (F_1) im allgemeinen gleichförmig ist, besteht in F_2 Mehrgestaltigkeit oder sog. Spaltung und zwar in Mendelschen Zahlenverhältnissen, die sich von 3 : 1, bzw. 9 : 3 : 3 : 1 usw. ableiten. Ein solches Verhalten gilt in der einen Verbindungsweise (Cochin ♀ \times Minorka ♂) sogar allgemein; in der reziproken (Minorka ♀ \times Cochin ♂) mendeln zwar die einen Merkmale, andere jedoch lassen keine Spaltung erkennen bzw. bleiben dauernd verschwunden. Jedoch erweist sich dieses zunächst sehr auffallende Verhalten nur als Grenzfall der allgemein bemerkbaren Umkehrung der Spaltungsverhältnisse, wie sie oben zahlenmäßig belegt wurde. Es ist anzunehmen, daß auch in diesen Fällen wie in allen anderen sichtlich mendelnden Fällen in der Veranlagung

alle möglichen Kombinationen gebildet werden, also Spaltung unter den Fortpflanzungszellen erfolgt. Diese innerliche Veranlagungsverschiedenheit, welche den „Genotypus“ betrifft, verrät sich jedoch infolge einer Schwächung der Anlagen oder Gene, einer „Genasthenie“, nicht an allen Trägern auch nach außen hin (im „Phänotypus“), sondern nur an einer beschränkten Zahl, also nur an einzelnen Kombinationen, ja im Grenzfalle an gar keiner der Kombinationen mehr, so daß aus dem Spaltungsverhältnis 15 : 1 die Relationen 12 : 4, 11 : 5, 9 : 7, 7 : 9, 5 : 11, 4 : 12, schließlich 1 : 15, ja 0 : 16 hervorgehen. Nach der Auffassung des Verf. erfolgt den unsichtbaren Anlagen nach allgemein Mendelsche Spaltung, und kann dieselbe äußerlich weniger oder nicht merklich werden. Dieser Schluß wird vom Verf. gestützt durch restlose Analyse der Beobachtungen im Sinne der Faktorenlehre, ferner durch gute Übereinstimmung der beobachteten und der nach den Faktorenformeln theoretisch erwarteten Spaltungsverhältnisse. Verf. gibt auch recht anschauliche geometrische Diagramme für die Faktorenformeln und die bei ungeminderter Stärke der Faktoren und bei Genasthenie resultierenden Spaltungsverhältnisse.

Bei einer solchen nicht-manifesten Veranlagung oder Kryptomerie ergibt sich die Möglichkeit eines gelegentlichen Wiederhervortretens der stammelterlichen Eigenschaften, eines sog. Atavismus, wie ihn Verf. auch tatsächlich beobachten konnte.

Die Ursache für die Schwächung bestimmter Anlagen in gewissen Bastardierungsfällen sieht Verf. darin, daß die von der einen Zeugungszelle (Gamete) überbrachten Anlagen in der Befruchtungszelle (Zygote) infolge ihres „einschichtigen“ Daseins (hoplogametischer Zustand) eine nachhaltige Schwächung erfahren. Nach dieser Vorstellung hat die Bastardierung an sich einen schwächenden Einfluß auf die Entfaltungstärke oder Valenz der einseitig eingebrachten Erbanlagen — ein Verhalten, das Verf. als hybridogene Genasthenie bezeichnet.

Die Fremdkreuzung erscheint demnach nicht bloß als eine Quelle der Bildung neuer Kombinationen oder Formen, sondern hat auch ausmerzende Bedeutung. Die Rolle der reinzüchtigen Befruchtung ist darin gelegen, daß sie die Erbanlagen in voller rassetypischer Valenz erhält, während jede Fremdbefruchtung die einseitig beigebrachten gefährdet. Verf. weist auch darauf hin, daß Fremdbefruchtung und folgende Genasthenie einerseits spätere Atavismen ermöglicht, andererseits zu nachhaltigem Verschwinden auch krankhafter Anlagen beim Menschen führen könnte.

Diese Andeutungen mögen die Meinung des Verf. rechtfertigen, daß hiemit ein neues fruchtbares Gebiet für die experimentelle Vererbungsforschung erschlossen erscheint.

Autoreferat.

Lymphgefäße der Fische. Über das, was bei den Wirbeltieren als ein Lymphgefäß zu betrachten ist, und welche Leistung es zu verrichten hat, gehen sogar heute noch die Ansichten der Forscher ziemlich weit auseinander. Bei den Säugetieren wird freilich fast allgemein angegeben, daß — im Gegensatz zu den Blutadern, die sich vom Herzen als dem Mittelpunkt aus als Arterien überall im Körper verbreiten und von der Peripherie als Venen dorthin zurückkehren — die Lymphgefäße nur in der einen Richtung, nämlich dem Herzen, zu verlaufen; ihr Inhalt, die Lymphe, ist der Saft, der aus den Geweben des Körpers vom Herzen in sie hinein angesaugt wird. (Daher heißen die Lymphgefäße auch *Saugadern*.) Man weiß aber

noch nicht ganz bestimmt, ob die allerfeinsten Bahnen, die sog. Lymphkapillaren, auch an ihrem blinden Anfange geschlossen sind oder sich gegen die Gewebe zu öffnen, so daß sie den Gewebesaft direkt aufnehmen können, statt daß er erst durch ihre äußerst dünne Wand durchschwitzen muß. Da die größeren Saugadern innen Klappen tragen, um den Rücktritt des Blutes aus den Venen in sie zu verhindern, so kann man nicht von ihnen aus in die feineren Kanäle Farbstoffe einspritzen, um so das ganze Adernetz vor der Freilegung mit Messer und Pinzette zu füllen, wie man es mit den Blutgefäßen tut; vielmehr ist man auf die Füllung kleinerer Bezirke durch Einstich einer feinen Spritze voll Farbstoffes in die Gewebe beschränkt und daher selbst am Menschen und den Haustieren noch immer nicht zu einer erschöpfenden Kenntnis von der Verbreitung der Saugadern an der Peripherie des Körpers und ihrer Mündung in die Blutbahn gediehen. Nur so viel dürfte feststehen, daß die allermeisten Saugadern ihren Inhalt an ganz wenigen Stellen in die Venen ausströmen lassen, und daß kein einziges aus diesen oder gar aus den Arterien Flüssigkeit zugeführt erhält. Nicht so genau ist man vom Saugadersystem der übrigen Wirbeltiere unterrichtet. Man weiß jedoch, daß besonders bei den Kaltblütern die Anzahl der Verbindungen zwischen Saug- und Blutadern häufiger ist als bei den Säugetieren; darum ist man hier während der Untersuchung leichter der Gefahr ausgesetzt, von einer zweifellosen Lymphbahn aus eine Vene zu injizieren, oder umgekehrt. Am wenigsten scharf sind beide Systeme bei den Fischen getrennt, und speziell bei den Haifischen hat *C. Robin* schon in den vierziger Jahren, sowie später (1888) *P. Mayer* das Vorkommen echter Lymphgefäße fast ganz geleugnet. Letzterer unterscheidet nach dem Bau ihrer Wände und dem zelligen Inhalte (den weißen und roten Blutkörperchen) nur Arterien und Venen, nicht auch eigene Lymphbahnen. Allerdings war er gleichfalls fast ganz auf die Erforschung dieser Bahnen an getöteten Tieren durch Injektion und nachherige Anfertigung mikroskopischer Präparate angewiesen, da eine Beobachtung des Lymphstromes am lebenden Tiere wegen der geringen Durchsichtigkeit der Haut so gut wie unmöglich ist. Nun hatte 1890 *S. Jourdain* in einer vorläufigen Mitteilung Angaben über die Saugadern von Plattfischen gemacht, wie er sie in den Flossen lebender Tiere beobachtete. *Mayer* nahm 1903 diese fast verschollene Notiz wieder auf und veröffentlicht seine Ergebnisse jetzt (s. *Jena. Zeit. Naturw.*, Bd. 55, S. 125—174). Er gelangt dabei zunächst einfach zur Bestätigung der höchst merkwürdigen Funde seines Vorgängers. Es handelt sich nämlich hier um einen wirklichen *Kreislauf der Lymphe*, nicht um ein bloßes Angeworbenwerden vom Herzen; vielmehr sieht man im lebenden Tiere, das durchaus nicht durch Fesselung oder Betäubung irgendwie in seinem Wohlbehagen gestört ist, die Lymphgefäße vom Rumpfe aus in die Flossen eintreten, bis zu deren freiem Rande ziehen — zum Teil dicht neben den Blutgefäßen — dann umbiegen und wieder in den Rumpf zurückkehren. Leider ist dieser nicht durchsichtig genug, um ihre weitere Verfolgung nach dem Herzen hin zu gestatten, und so war es auch *Mayer* nicht möglich, festzustellen, wo die beiden Adersysteme sich trennen und von neuem vereinigen, ebenso wenig, wie und wo Blut und Lymphe reinlich von einander geschieden werden. Bei den Säugetieren fällt letztere Frage ganz fort, denn die

Lymphe (sowohl die Flüssigkeit als auch die darin schwimmenden Zellen) stammt ja aus dem Körpergewebe; das mag sie bei den Fischen zum Teil ebenfalls tun, aber da hier die Saugadern zweifellos auch vom Zentrum aus nach der Peripherie reichen, also nicht nur zentripetal sind, so muß sie wenigstens teilweise aus dem Blute stammen. Weitere Untersuchungen an Platt- oder anderen geeigneten Fischen sind also sehr nötig, allerdings zur Zeit kaum ausführbar. So lückenhaft daher auch einstweilen unsere Kenntnisse auf diesem Gebiete sind, so gestatten sie doch den Schluß, daß es sich bei den Fischen nicht um ein Lymphgefäßsystem handeln kann, wie bei den Säugetieren, sondern daß diese Bahnen, die *Mayer* vorsichtig als Nichtblut- oder Weißadern — nach ihrem Inhalte, der kein oder nur wenig rotes Blut ist — bezeichnet, dem Tiere einen anderen Dienst zu leisten und höchstens nebenher aus den Geweben den überschüssigen Saft abzuleiten haben. Nun enthält das Blut der Fische außer den gewöhnlichen weißen Blutzellen eine sehr auffällige Art von Zellen, die in sich eine Menge Körnchen aufgehäuft haben. Diese zuerst von *F. Leydig* schon 1852 beschriebenen *Körnchenzellen* hatte *Mayer* 1888 bei den Rochen in vielen Hautgefäßen sehr verbreitet gefunden und als die vermutlichen Träger von Nährstoffen angesprochen, die aus dem Darms stammen. Er berichtet jetzt, daß er sie auch im Darmepithel zahlreich angetroffen hat und für weiße Blutzellen hält, die aus den Darmgefäßen ins Epithel wandern, hier während der Verdauung Stoffe aufnehmen, dann in die Gefäße zurückkehren und an der Peripherie des Körpers, besonders in der bei den Rochen ja sehr umfangreichen Flossenhaut, dieselben Stoffe verflüssigt abgeben. Allerdings ist das selbst jetzt noch nur eine Mutmaßung, und es wäre da zunächst zu ermitteln, welcher chemischen Natur diese Körnchen sind, ob wirklich Nährstoffe oder Fermente oder was sonst. Aber *Mayer* weist mit Recht darauf hin, daß auch bei anderen Wirbel-, sogar bei den Säugetieren derartige Zellen mit körnigem Inhalte im Darmepithel vorkommen, über deren Rolle für ihren Träger schon von anderen Forschern Ansichten geäußert wurden, die mit der *Mayers* einige Ähnlichkeit haben. So bedarf wohl die ganze Frage nach der Rolle der Saugadern und ihres Inhaltes im Haushalte der Wirbeltiere einer erneuten Bearbeitung, ehe sie als erschöpfend beantwortet gelten darf.

M.

Röntgenspektroskopische Methoden ohne Spalt. Bei den bisherigen Methoden zur Aufnahme von Röntgenspektrogrammen wurde aus dem von der Röhre kommenden Strahlenbüschel durch einen Spalt ein schmales Bündel herausgeblendet und dieses zur Reflexion auf eine Kristallfläche geworfen, durch die es dann infolge der Interferenzerscheinungen in seine einzelnen Linien zerlegt wurde. *Seemann* (*Annalen der Physik* Bd. 49, S. 470, 1916) schlägt vor, den Spalt ganz fortzulassen und den Kristall in einer länglichen und schmalen Spaltfläche zur Wirkung kommen zu lassen. Die Röntgenstrahlen erzeugt er als Sekundärstrahlen an einer ausgedehnten Metallfläche. So fällt jede Drehung, die bei dem alten Verfahren nötig war, fort, und man erhält auf einem kreisförmig gebogenen photographischen Film das Röntgenspektrum. Statt den Kristall schneidenförmig zu wählen, kann man auch aus einer glatten Kristallfläche durch Auflegen von zwei Schwermetallschneiden eine schmale Fläche ausblenden.

P. Lg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 44.

2. November 1917.

Fünfter Jahrgang.

LIBRARY
RECEIVED

DEC 6 1917

INHALT:

Ursachen und Symptome der Unterernährung bei den Pflanzen. Von Prof. Dr. Ernst Küster, Bonn. S. 665.

Empirie und Philosophie. Von V. Freiherr v. Weizsäcker. S. 669.

Besprechungen:

Marx, Erich, Handbuch der Radiologie. Von W. Gerlach, Göttingen. S. 673.

Helmholtz, H. v., Zwei Vorträge über Goethe. Von A. Einstein, Berlin. S. 675.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Kriegsseife. Ueber die trockene Destillation einer Braunkohle bei verschiedenen Temperaturen. Ueber das Treiben von Wurzeln. Die Schwerkraft auf dem Mittelländischen Meer und die Hypothese von Pratt. S. 675—676.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig

Friedrich Dannemann

Die Naturwissenschaften

in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange

In vier Bänden. Gr. Oktav

- | | |
|----------|---|
| 1. Band: | Von den Anfängen bis zum Wiederaufleben der Wissenschaften. Mit 50 Abbildungen im Text und einem Bildnis von Aristoteles. (VII, 373 S.) M. 9.—; in Leinen gebunden M. 11.— |
| 2. Band: | Von Galilei bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts. Mit 116 Abbildungen im Text und einem Bildnis von Galilei. (VI, 433 S.) M. 10.—; in Leinen gebunden M. 12.— |
| 3. Band: | Das Emporblühen der modernen Naturwissenschaften bis zur Entdeckung des Energieprinzipes. Mit 60 Abbildungen im Text und einem Bildnis von Gauß. (VI, 400 S.) M. 9.—; in Leinen gebunden M. 11.— |
| 4. Band: | Das Emporblühen der modernen Naturwissenschaften seit der Entdeckung des Energieprinzipes. Mit 70 Abbildungen im Text und einem Bildnis von Helmholtz. (IX, 509 S.) M. 13.—; in Leinen gebunden M. 15.— |

Besprechung aus der „Chemiker-Zeitung“:

„... Das Gesamtwerk, dessen Inhalt durch gute Register und Literaturverzeichnisse zusammengehalten wird, liegt nun, auch in äußerlich schönem Gewande, vollständig vor; es gehört fraglos zu den besten, originellsten und nutzbringendsten der neueren naturwissenschaftlichen Literatur und ist mehr als jedes andere geeignet, den immer unheilvoller hervortretenden Folgen der völligen Zersplitterung unter den Naturforschern abzuwehren und deren allgemeine Fachbildung wieder zu heben. Es gereicht dem Verfasser zur Ehre, nicht minder aber auch der gesamten deutschen Literatur.“

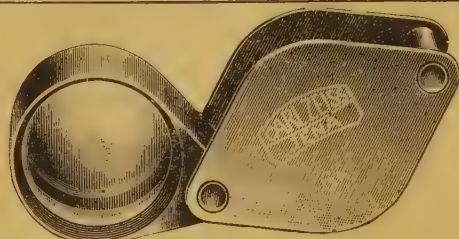
Ausführliches Verzeichnis der in meinem Verlage erschienenen 195 Bändchen
Ostwalds Klassiker
der exakten Wissenschaften
erhalten Interessenten auf Verlangen kostenlos zugesandt.

Mein Jubiläumskatalog 1811–1911
mit 12 Tafeln, 10 Faksimilebeilagen und einem Stammbaum (II, 118 u. 447 S. gr. 8^o) nebst Jahresnachträgen 1912–1916 steht gegen Voreinsendung des Paketportos kostenlos zur Verfügung.

ZEISS-Lupen

für

Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG

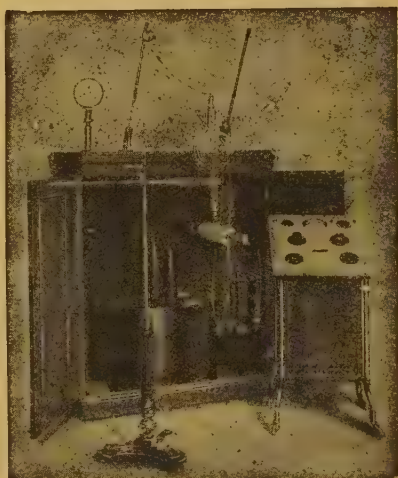


WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

Ursachen und Symptome der Unterernährung bei den Pflanzen.¹⁾

Von Prof. Dr. Ernst Küster, Bonn.

Um eine Vorstellung davon zu gewinnen, auf welchen Wegen bei den Pflanzen Unterernährung zustande kommen kann, müssen wir uns zunächst in Erinnerung rufen lassen, was für Ernährungsansprüche die Pflanzen stellen.

Sehr im Gegensatz zu Tier und Mensch sind die Pflanzen — die *grünen* Pflanzen, von welchen hier ausschließlich die Rede sein wird — imstande, aus Wasser, den Salzen des Bodens und den geringen in unserer Atmosphäre enthaltenen Anteilen von Kohlendioxyd alle organischen Verbindungen, aus welchen ihr Soma besteht, selber aufzubauen, wofern Licht hinreichend intensiv sie bestrahlt.

Unterernährung tritt daher, wie hiernach zu erwarten, dann ein, wenn Wasser, Salze oder Kohlendioxyd in nicht ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen.

Verhältnismäßig gut unterrichtet sind wir über die Wirkungen des Nährsalzmangels auf die Entwicklung der Pflanzen. Die Methode der „Wasserkultur“, die *Sachs* und *Knop* in das pflanzenphysiologische Laboratorium eingeführt haben, gestattet, Pflanzen der verschiedensten Art anstatt im Boden wurzelnd mit Hilfe einer Nährlösung großzuziehen, deren Zusammensetzung der Forscher nach Belieben variieren, mit allen für die Pflanze notwendigen Aschebestandteilen in ausreichender Menge versehen oder in der einen oder anderen Weise unvollständig lassen kann. Vergleicht man beispielsweise Maispflanzen, die in kompletten, d. h. mit S, P, K, Ca, Mg und Fe enthaltenen Lösungen herangewachsen sind, mit solchen, welchen man K, Ca, Fe oder andere Anteile vorenthalten hat, andererseits mit Exemplaren, die unter natürlichen Entwicklungsbedingungen in fruchtbarer Gartenerde gediehen sind, so wird die Bedeutung, die die Vollständigkeit der Aschenbestandteile für die Entwicklung der Pflanze hat, so werden ferner die bei K-, Fe-Mangel usw. auftretenden Symptome der Unterernährung und die Unterlegenheit der in 2 bis 3 l Nährlösung heranwachsenden Exemplare gegenüber den im Erdreich wurzelnden Individuen ohne weiteres klar.

Schwerer zu prüfen ist der Einfluß des Kohlendioxydmangels auf Wachstum und Gedeihen der Pflanzen. Anreicherung der Kohlensäure

fördert die Entwicklung; andererseits hat man das unbefriedigende Wachstum, das manche Gewächshauspflanzen beim Aufenthalt in ungenügend ventilierten Kulturräumen aufweisen, auf unzulängliche Zufuhr von Kohlendioxyd zurückgeführt.

Von den Wirkungen des Wassermangels auf die Entwicklung der Pflanzen können wir — schon ohne Laboratoriumsversuche — in der freien Natur einige kennen lernen: wenn allzu trockenes Wetter das Getreide im Wachstum zurückbleiben und allzu „kurz im Stroh“ ausfallen läßt, wenn Notreife die Ausbildung der Getreidekörner hemmt und die Ernte schmälert u. a. m.

Liegen besondere Modi der Ernährung vor, so kommen neben den erwähnten Ursachen der Unterernährung noch weitere in Betracht.

Bei den insektenfressenden Pflanzen spielt neben der Wasser- und Salzaufnahme und der photosynthetischen Tätigkeit ihrer grünen Organe noch die Aufnahme der in den Leichen gefangener Tiere enthaltenen Stoffe eine Rolle: wir wissen vom Sonnentau, daß Exemplare, welchen Insekten als Nahrung unzugänglich bleiben, in ihrer Entwicklung hinter vollernährten zurückbleiben.

Die Leguminosen verhalten sich noch auffallender, wenn die äußeren Bedingungen ihren Sonderansprüchen nicht Rechnung tragen, und gehen unter den Erscheinungen bedenklicher Unterernährung zugrunde, wenn der Boden nicht diejenigen stickstoffbindenden Bakterien enthält, die mit den Wurzeln der Leguminosen sich symbiotisch zu vereinigen imstande sind.

In allen bisher erörterten Fällen handelt es sich um Unterernährung, die auf mangelhafte Versorgung der Pflanzen seitens der Außenwelt zurückzuführen ist.

Bei einer zweiten Gruppe von Fällen stellt zwar die Außenwelt alles Erforderliche zur Verfügung, es fehlt aber den Pflanzen aus irgendwelchen Gründen die Fähigkeit, das Notwendige der Außenwelt zu entnehmen.

Sehr einfach liegen die Dinge dann, wenn die Aufnahmeorgane — in erster Linie wäre an das Wurzelsystem zu denken — den Pflanzen fehlen, wenn sie durch grobe mechanische Faktoren den Pflanzen genommen oder allzu sehr verstümmelt worden sind, oder wenn irgendwelche Krankheiten jene Organe zum Verfall gebracht haben. Schwieriger zu beurteilen und noch keineswegs genügend erforscht sind diejenigen Erscheinungen, die wir an Pflanzen mit normal gebauten Aufnahmeorganen auftreten sehen und die offenbar darauf zurückzuführen sind, daß infolge

¹⁾ Vortrag, gehalten in der Allgemeinen Sitzung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn am 9. Juli 1917.

irgendwelcher Stoffwechselanomalien die Wurzeln nicht imstande sind, dem Boden die in ihm enthaltenen Stoffe in ausreichender Menge zu entnehmen, so daß alle Teile der Pflanze mit ihnen hinlänglich versorgt werden können. Vermutlich ist eine Reihe von Unterernährungskrankheiten der Pflanzen darauf zurückzuführen, daß dem Boden nicht ausreichende Mengen von Eisen entnommen werden können. Physikalische Faktoren schließlich lassen dann unzulängliche Mengen der im Boden gelöst enthaltenen Stoffe in den Pflanzenkörper gelangen, wenn allzu feuchte Atmosphäre die Intensität der Transpiration der Pflanzen herabsetzt: der Transpirationsstrom, der von unten nach oben den Pflanzenkörper durchströmt, wird schwach und die Menge der vom Boden her in die Pflanze gelangenden Salzmenge nimmt ab. Inwieweit die an allzu schwach transpirierenden Pflanzen beobachteten Unterernährungssymptome und andere pathologische Erscheinungen auf die herabgesetzten Nährsalzmengen zurückgeführt werden dürfen, kann hier nicht näher erörtert werden. —

Endlich käme noch ein dritter Weg, der zur Unterernährung führt, für unsere botanischen Erwägungen in Betracht: der Unterernährung können die Pflanzen dann verfallen, wenn sie zwar einer normal zusammengesetzten Umwelt alles erforderliche Stoffmaterial entnehmen, ein größerer oder geringerer Anteil des Aufgenommenen und Verarbeiteten ihnen aber wieder entzogen wird; das geschieht außerordentlich häufig durch Parasiten pflanzlicher oder tierischer Art, z. B. durch die Meltauipilze, durch die Mistel, durch viele Aphiden (Blattläuse) usw. usw. Ich beschränke mich darauf, aus der außerordentlich großen Zahl der Pflanzenparasiten diese wenigen namhaft zu machen, bei welchen die Wechselwirkungen zwischen Parasit und Wirtsorganismus relativ einfach sein dürften und hauptsächlich in einer subtraktiven Wirkung ihren wichtigsten Ausdruck zu finden scheinen. Von vielen anderen Parasiten wissen wir mit Bestimmtheit, daß sie keineswegs nur — oder vorzugsweise — stoffentziehend auf ihre Wirte wirken, sondern daß außerordentlich komplizierte Beziehungen zwischen diesen und jenen vorliegen, und die Symptome der Unterernährung hinter sehr viel auffälligeren zurücktreten. —

Auf die verschiedenartigen Ursachen der Pflanzenunterernährung wird bei Behandlung ihrer *Symptome*, der wir uns jetzt zuwenden, noch mehrfach zurückzukommen sein.

Wir sprachen bereits von den Nährlösungskulturen und verglichen die mit verschiedenen zusammengesetzten Lösungen ernährten Individuen miteinander. Exemplare, welchen nicht ausreichende Salzmenngen oder welchen Salzmischungen von unzuträglicher Zusammensetzung geboten werden, bleiben klein, sterben oft schon in frühen Stadien der Entwicklung ab. Sind in einer Lösung nicht alle von der Pflanze beanspruchten

Stoffe oder einige in nicht ausreichender Menge enthalten, so treten überdies Störungen im Stoffwechsel auf, die geradezu einer Vergiftung gleichkommen. Von Kalium und Magnesium gehen offenbar schädigende Wirkungen auf die Pflanze aus, die bei „normaler“ Zusammensetzung der Nährlösung durch das gleichzeitig in ihr enthaltene Calcium in Schach gehalten werden. Bei Ca-Mangel treten Flecken in den Spreiten, Bräunung, lokales Vertrocknen und Löcherbildung auf. Wir sind noch weit davon entfernt, derartige Anzeichen der Unterernährung und ihr Zustandekommen in allen Einzelheiten befriedigend erklären zu können. Sicher ist zunächst nur, daß die chemischen Eigenschaften bestimmter Anteile der Nährlösung den Ausschlag geben.

In anderen Fällen, die der Erklärung nicht geringere Schwierigkeiten machen, scheinen physikalische Faktoren, osmotische Kräfte wirksam zu sein. Es ist bekannt, daß bei ungenügender Stickstoffversorgung Wurzeln und Wurzelhaare bestimmter Pflanzen im Wachstum nicht zurückbleiben, sondern sogar gefördert werden.

Verständlicher sind die Wirkungen unzureichender Ernährung dann, wenn an den ungenügend ernährten Pflanzen irgendein Minus der Produktion erkennbar wird. „Hemmungsbildungen“ pathologischer Art spielen bei unterernährten Pflanzenindividuen eine hervorragend wichtige Rolle.

Bei den schon wiederholt genannten Wasserkulturen entstehen namentlich dann, wenn man sich wenig umfangreicher Lösungsbehälter bedient, mehr oder minder stark verzweigte Pflanzenindividuen. Eine ganz ähnliche *Reduktion der somatischen Masse* beobachten wir als Symptom starker Unterernährung auch in der freien Natur — z. B. bei der auf geringwertigem Boden sich entwickelnden Pflanzendecke, als Folge allzu dichter Aussaat, auf sehr trockenem Gelände, bei den Bewohnern der Dünen, den pflanzlichen Besiedlern trockener Landstraßen, Spielplätze usw. Verzweigung oder „Nanismus“ reduziert so stattliche Pflanzen, wie *Echium vulgare*, zu fingergliedgroßen Geschöpfen. *Senecio vulgaris*, *Chenopodium album*, *Sinapis alba* usw. verzweigen oft in erstaunlichem Maße. Die Verkleinerung, die die Pflanzen erfahren, muß aber insofern eine harmonische genannt werden, als alle Teile eines normal entwickelten Individuums auch an den Zwergen noch sichtbar werden: verzweigter Senf blüht noch, auch wenn er kaum 2 cm Höhe erreicht.

Eine sehr weitgehende Reduktion der Masse wissen die japanischen Züchter durch Unterernährung der Gewächse zu erreichen. Man zwingt die Pflanzen, mit dem in wenig umfangreichen Gefäßen enthaltenen Bodenvorrat auszukommen, hält sie möglichst trocken und schneidet ihre Zweige oft zurück. Selbst hundertjährige Pinusbäume kommen dann über das Format einer Topfpflanze nicht hinaus. Außer verschiedenen

Koniferen werden in Japan auch Arten der Gattungen *Acer*, *Prunus* u. a. diesem gewaltsamen Verfahren unterworfen und befriedigen in Zwergengestalt eine Liebhabergeschmacksverirrung, die in der Vorliebe für unterernährte winzige Hündchen ihr okzidentales Gegenstück findet.

Allgemein bekannt sind die Zwergobstbäume unser Obstgärtner: Bei ihrer Kultur bedient man sich wiederum eines kleinen Gefäßes, dessen Inhalt die Bäumchen nur knapp versorgt; überdies legt man der Entwicklung der Bäumchen dadurch Fesseln an, daß man beim Pflöpfen des Reises, das später blühen und Frucht tragen soll, ihm solche Arten als Unterlage gibt, die nur mäßig starkes Wurzelwachstum haben: das Reis kommt in den Zustand der Unterernährung, da die Aufnahmeorgane ungenügend funktionieren. Welche Gründe den Gärtner veranlassen, seinen Obstbäumen Zwergengestalt aufzunötigen, wird so gleich noch zu behandeln sein. —

In allen bisher erörterten Fällen sahen wir eine „Reduktion der Masse“ als Symptom der Unterernährung an; sehr oft kombiniert sich mit ihr eine *Reduktion der Entwicklungsdauer*: unterernährte verzweigte Pflanzen eilen gleichsam zum Abschluß ihrer Entwicklung. Die Abkürzung der vegetativen blätterbildenden Phase läßt nicht nur während des Sommers an manchen Zwergen die Blüten erheblich früher erscheinen als an normalwüchsigen Exemplaren, sondern es gelingt sogar bei Pflanzen, die nach vieljährigem vegetativen Wachstum zum Blühen kommen, die Produktion der Blüte um mehrere Jahre zu beschleunigen. Die Gärtner wissen, daß die Schädigung des Wurzelsystems, die beim Umtopfen der Gewächse nicht zu vermeiden ist, bei den Koniferen eine wesentliche Abkürzung der vegetativen Periode bedingt, und *Linné* beschreibt, „daß ein Baum, in einem weiten Gefäß überflüssig genährt, mehrere Jahre hintereinander Zweige aus Zweigen hervorbringe, da derselbe, in ein engeres Gefäß eingeschlossen, schnell Blüten und Früchte trage“ (*Fechner*). Ob die Schädigung durch die Hand des Gärtners, durch Hagelschlag, durch Insektenfraß oder auf anderem Wege zustande kommt, ist dabei gleichgültig. Hand in Hand mit der Beschleunigung des Blühens geht in manchen Fällen eine starke Vermehrung der Blütenzahl. Das ist der Grund, der die vorhin erwähnte Zwergobstbaumkultur wertvoll macht, und welcher die Gärtner veranlaßt, die ihrer Blüten wegen geschätzten Ziersträucher in kleinen Töpfen verzweigen, dafür aber um so reichlicher blühen zu lassen. Diese Überproduktion von Blüten bedeutet für den unterernährten Organismus in manchen Fällen eine so gewaltige Stoffausgabe, daß er jene nicht lange zu überleben imstande ist und sich buchstäblich zu Tode blüht. Besonders leicht zu erkennen sind die Beziehungen zwischen gesteigerter Blütenproduktion bzw. verfrühter Sexualbetätigung und der Unterernährung dann, wenn nur ein Teil des Pflanzen-

körpers unter dieser zu leiden hat: dadurch, daß man der Unterernährung nur einen einzelnen Ast eines Baumes verfallen läßt — durch Behinderung der Stoff- und Wasserzufuhr —, gelingt es, nur diesen Ast zu abnormer Blütentätigkeit anzuregen, während alle normal ernährten Anteile des nämlichen Individuums auch phänologisch sich normal verhalten.

Eine dritte Kategorie von Unterernährungssymptomen, die zu einigen der zuletzt genannten Fälle in gewissem Gegensatz stehen, umfaßt diejenigen, die durch eine *Reduktion der Zahl der Organe* gekennzeichnet werden. Die Zahl der Blätter, die z. B. der Jahrestrieb einachsiger Annueller vor der Blüte produziert, die Zahl der Blüten, die in einem Kompositenköpfchen beieinander stehen, der Staubgefäße einer Malven- oder Mohnblüte ist keineswegs konstant, sondern schwankt auch bei normal ernährten Individuen innerhalb weiter Grenzen. Zahlbestimmend wirkt in erster Linie die Ernährung. Unterernährte Exemplare sind oft erheblich ärmer an Organen als vollernährte. Vom Mohn wissen wir, daß die Zahl der Staubgefäße vom normalen Wert ∞ , wie ihn die Handbücher der Blütenmorphologie anzugeben pflegen, bei ungenügender Ernährung auf sechs zu sinken vermag. Noch erstaunlicher ist, daß selbst bei Arten, in deren Blüten die Teile der Blütenhülle und des Geschlechtsapparats in konstanter Zahl sich zeigen, ungenügende Ernährung diese herabzusetzen und damit eines der besten Merkmale der betreffenden Art, Gattung und Familie verschleiern kann (*Andröceum* bei *Viola* u. a.).

Viertens äußert sich die Wirkung der Unterernährung in einer *Reduktion der Mannigfaltigkeit der Organe*: gleichviel ob hinsichtlich der Zahl bestimmter Organe die unterernährten Exemplare den normalen gleichen oder nicht, sehen wir in manchen Fällen bei ersteren nicht alle Organformen auftreten, die normalerweise angetroffen werden. Bei Maispflanzen, die ungenügend ernährt werden, kann insofern eine spontane Kastration als Folge der Unterernährung eintreten, als nur noch männliche Blüten und Blütenstände gebildet werden: die Produktion weiblicher Blüten fällt aus; diese setzt offenbar einen höheren Grad von Nährstoffversorgung als die Produktion männlicher Blüten voraus. Dazu kommt, daß letztere am Ende des Halmes stehen, während die weiblichen Blütenstände seitlich, d. h. in den Achseln der Blätter, entstehen, und daß die Sproßspitze hinsichtlich der Nährstoffversorgung oftmals einen besonders begünstigten Platz darstellt. Analoge Kastrationsphänomene, wie bei unterernährten Maispflanzen, sind z. B. von eben solchen Farnprothallien bekannt: sie produzieren nur noch männliche Geschlechtsorgane.

In diesen Fällen geht die Mannigfaltigkeit der Organe durch völligen Schwund bestimmter Organe verloren. Unterernährung dürfen wir vermutlich auch für diejenigen Fälle mit verantwortlich

machen, in welchen z. B. Blüten, deren Perianthkreise aus Organen verschiedener Form und Größe bestehen, nach Vereinheitlichung „streben“ und nach abnormer Beeinflussung die Glieder eines Blütenkreises einander gleich oder einander sehr ähnlich werden lassen. Auffällige Verschiedenheit kennzeichnet, wie bekannt, die zygomorphen (dorsiventralen) Blüten, die der Abstammungssache und die dem Deckblatt zugewandten Teile der Blumenkrone haben verschiedenen Bau (Labiaten, Caprifoliaceen usw.): durch parasitäre Infektion (Gallenbildung) kann dieser Unterschied ausgeglichen werden, so daß aktinomorphen anstatt zygomorpher Blütenindividuen an den erkrankten Infloreszenzen entstehen. — Analoge Beispiele für solche Tendenz zur Vereinheitlichung ließen sich auch aus dem Bereich der pathologischen Anatomie erbringen, von deren Berücksichtigung im Rahmen eines kurzgefaßten Vortrags wir lieber Abstand nehmen wollen. —

Da keineswegs an allen Teilen eines Pflanzenkörpers Unterernährung in gleich hohem Maße und in gleich wirksamer Weise sich zur Geltung zu bringen braucht, da ferner die Wirkungen der Unterernährung oft nur vorübergehend und keineswegs während der ganzen Dauer einer Vegetationsperiode sich bemerkbar machen, kann der Fall eintreten, daß abnorme, d. h. durch die Unterernährung in ihrer Ausbildung beeinflusste Teile neben normalen sich entwickeln oder diese und jene zeitlich nacheinander an demselben Individuum entstehen. Auch unter den bisher angeführten Fällen finden sich bereits solche, welche das Gesagte erläutern. Lehrreich und oft diskutiert ist diejenige Wirkung der Unterernährung, die in der *Bildung kleistogamer Blüten* sich ausspricht, d. h. in der Produktion solcher, welche — im Gegensatz zu den „chasmogamen“ — dauernd geschlossen bleiben und in geschlossenem Zustand ihre Bestäubung sich vollziehen lassen. Bei ungenügender Ernährung bilden manche Arten kleistogame, bei guter Ernährung chasmogame Blüten. Pflanzte man *Impatiens noli tangere* auf Sand, oder werden ihr durch Meltauipilze Stoffe entzogen, so entstehen nur kleistogame Blüten. Übrigens bleiben auch bei guter Nährstoffversorgung seitens der Außenwelt kleistogame Blüten nicht ganz aus, — gleichwohl werden wir auch diesen gegenüber noch von den Wirkungen einer Unterernährung sprechen dürfen, freilich einer solchen, die in gewissem Sinn als *physiologische Unterernährung* bezeichnet zu werden verdient.

Der „*Kampf der Teile im Organismus*“ bedeutet in erster Linie einen Kampf um die disponiblen Nährstoffmengen. Namentlich durch ihre Stellung am Ganzen des Pflanzenkörpers sind offenbar seine Teile in verschieden hohem Grade befähigt, das vom Individuum aufgenommene und synthetisch hergestellte Quantum der plastischen Stoffe auszunützen, d. h. zum eigenen Wachstum zu verwenden — ich erinnere an das, was vorhin über die rein männlich gewordenen Maispflanzen

zu sagen war. Dazu kommt die Wirkung allerschwer kontrollierbarer „Zufälligkeiten“, die dem einen oder anderen Organ einen Vorsprung in der Ausnützfähigkeit sichern. In extremen Fällen kann diese Ungleichheit zur Verkümmern und zum Hungertod der benachteiligten Organe führen. Bei vielen Pflanzen, welche zwei bis viele Samenknospen in ihrem Gynaeceum anlegen, entwickelt sich fast ausnahmslos nur eine oder nur wenige zu normalen reifenden Samen; von den Blüten, die eine Kruziferentraube trägt, bleiben die obersten oft in großer Zahl von weiterer Entwicklung ausgeschlossen; in breiten Sonnenrosenscheiben bleiben die mittelsten Früchtchen — oft sind es Hunderte — taub, und um analoge „physiologische“, „normale“, ständig sich wiederholende und durch die Natur des Organismus selbst bedingte, durch die zwischen den Organen bestehenden Korrelationen erklärbare Symptome der Unterernährung handelt es sich bei den „schlafenden“, d. h. denjenigen Knospen, welche jahre-, jahrzehntelang ruhen, bis irgendwelche Umstände — Verstümmelung der Haupttriebspitzen u. ähnl. — sie in Ernährungsbedingungen bringen, die nach langer Wartezeit ihnen Wachstum ermöglichen.

Die Bedeutung der *physiologischen Unterernährung* einzelner Teile des Pflanzenindividuums ist außerordentlich hoch anzuschlagen; ihre Wirkung auf den Habitus der Pflanzen und die Ausgestaltung jeder einzelnen ihrer Teile ist ebenso mannigfaltig, wie energisch.

Auch auf Entwicklung und Schicksal des Ganzen eines Individuums hat sie weitgehenden Einfluß, über den noch mit einigen Worten zu berichten ist.

Unsere Erörterungen bezogen sich durchweg auf Wachstum und Ausbildung derjenigen Organe, welche unter dem Einfluß der Unterernährung heranwachsen. In der Tat sind diese Wirkungen ungenügender Ernährung sehr viel sinnfälliger als die Veränderungen, welche bereits entwickelte und ausgewachsene Organe beim Hunger erfahren; ihre Erörterung hätte uns zur Behandlung anatomischer Fragen geführt, mit welchen wir diesen Vortrag nicht belasten wollten. Die überwiegende Bedeutung jener ersten Kategorie von Hungererscheinungen erklärt sich durch die Natur der Pflanzen überhaupt: es gehört zu den wichtigsten Merkmalen, durch die sich die höheren Tiere von den höheren Pflanzen unterscheiden, daß die letzteren zeitlebens sich vergrößern, an meist außerordentlich zahlreichen Vegetationspunkten ihr Wachstum fortsetzen und selbst unter ungünstigen Ernährungsbedingungen den stationären Zustand des „Ausgewachsenseins“, der bei den Tieren jahre- und jahrzehntelang der endgültige bleibt, nicht kennen. Trotz diesem physiologischen Zwang zur dauernden Neuproduktion von Organen ist doch selbst denjenigen Pflanzenformen, die wir als besonders langlebig kennen, nur eine bestimmte

Größe erreichbar und ein bestimmtes Durchschnittsalter vergönnt: die Buchen werden bis 300 Jahre alt, die Lärchen bis 600, die Fichten 1200 Jahre usw. Der Tod, der dann die Baumgreise ereilt, findet nicht darin seine Begründung, daß den alternden Vegetationspunkten die Disposition zu weiterem Wachstum abhanden gekommen wäre; wachstumsfähig bleiben diese vielmehr ständig — wohl aber machen sich allmählich Ernährungsstörungen um so stärker fühlbar, je weiter der Weg vom Erdreich zu den immer höher sich hinaufschiebenden Vegetationspunkten wird: einzelne Äste sterben ab, die Krone lichtet sich, der Baum altert. Sein Alter verschulden mehr als ein Faktor: einer von ihnen ist die lediglich durch normale Entwicklungsvorgänge bedingte Unterernährung der Triebspitzen.

Empirie und Philosophie.

Von V. Frhr. v. Weizsäcker.

Weit über die Bannmeile der Wissenschaft hinaus hat jenes von *Siemens* so genannte „naturwissenschaftliche Zeitalter“ seine Wirkungen entfaltet, und diese sind heute gewiß nicht abgeschlossen. Aber die Verallgemeinerung jenes spezifischen Geistes, die prinzipielle Übertreibung, das, was man als naturwissenschaftliche Weltanschauung bezeichnete, scheint doch in annähernder geschichtlicher Abgeschlossenheit hinter uns zu liegen. Zwei an sich trennbare Dinge waren hier eng verbunden und gemeinsam zu überwinden. Das eine war der Glaube, daß die Natur das Maß aller Dinge, die moderne Betrachtungsform der Natur der Schlüssel zur wahren Erkenntnis aller Dinge sei: der Naturalismus. Und das andere war ein Erbteil jener Kämpfe zwischen den Ausläufern der sog. romantischen Philosophie und der empirischen Forschung, es war die Gegensätzlichkeit zwischen Empirie und Philosophie überhaupt, die Philosophiefeindlichkeit und Aphilosophie der Empiriker. Naturalismus und Empirismus aber haben aufgehört, ein Feldgeschrei zu sein. Die Geisteswissenschaften haben sich durch die Tat und dann auch durch die Theorie von den Formeln des Naturalismus befreit, und nur in den Naturwissenschaften selbst stößt die Umbildung des theoretischen Wirklichkeitsbegriffes auf stärkeren Widerstand; dieser harret noch der — auch ihm nötigen — Befreiung vom Naturalismus des vorigen Jahrhunderts. Der Empirismus andererseits, philosophiefeindlich wie er war, ist als Prinzip selbst ja nur eine philosophische Richtung, eine flüchtige und nicht originelle Erscheinung auf dem Felde des Streites der Meinungen. So stehen wir im Wechselspiel von Anziehung und Abstoßung zwischen Empirie und Philosophie heute gewiß in einer von anziehenden Kräften beherrschten und belebten Phase der Entwicklung: beide suchen einander. — Das Verhältnis von Empirie und Philosophie ist

denn auch geistesgeschichtlich ein Angelpunkt — vor *Kant* und in neuer Gestalt seit *Kant*. Denn in seinem Begriff der Erfahrung waren neuzeitliche Philosophie und Empirie zum erstenmal in ein Gleichgewicht gesetzt, welches das Denken der Naturwissenschaft völlig zu befriedigen schien, zugleich aber die kopernikanische Entdeckung der Selbständigkeit der reinen Vernunft brachte. Inneres Gesetz aber führt von dieser ersten Erlösung der Vernunft zu schier schrankenloser Freiheit, zum „System der Vernunft“ der großen nachkantischen Philosophie und damit zur tiefsten Entzweiung mit dem neu erwachten Wirklichkeitsbegriff der Natur- und Geschichtsforschung. Zwar scheint der Neukantianismus für einige Zeit den Riß zu verdecken, aber doch nur so lange, als er die letzten Entscheidungen, an welchen Vernunftsystem und empirische Wissenschaft sich trennen sollten, künstlich fernhält. Abermals gehorcht die Gegenwart dem Gesetz der Geschichte, indem einem „Zurück zu *Kant*“ das „Zurück zu *Fichte* und *Hegel*“ gefolgt ist.

Soll sich das fruchtlose Beginnen wiederholen und von neuem jenes hoffnungslose gegenseitige Unverstehen, welches *Hegel* und die empirische Forschung trennte, in die Wissenschaft einziehen? Oder sind im wissenschaftlichen Bewußtsein der Gegenwart andere, neue Grundlagen vorhanden, auf welchen ein harmonischer Bau entstehen kann?

Eine ähnliche, wir sagen Schicksalsfrage der Wissenschaft wird aber vielleicht eine andere philosophische Bewegung der Gegenwart stellen, die an Selbständigkeit, Ausbreitung und Bedeutung den Hegelianismus heute noch übertrifft: die Wertphilosophie. In dem Maße, in dem diese sich anschiekt über Methodologie und Erkenntnistheorie hinauswachsend die Gesamtheit der philosophischen Probleme systematisch zu ergreifen, in dem Maße wird auch der unermeßliche Dualismus, die Kluft sichtbar werden, welche zwischen dem Reich der Wirklichkeit und dem Reich der Normen, des Geltens, der Werte befestigt ist. Noch läßt sich nicht voraussehen, wie dieses System der Werte zu Inhalt und Fülle gelangen wird. Darum ist auch nicht vor auszusehen, ob wir, wenn wir das System der Werte einmal vor uns liegen sehen, bei solcher „Zweiwelten-theorie“ von einer organischen Einheit der Wissenschaft überhaupt noch sprechen können, ob empirische Wissenschaft und Philosophie noch Sprachen sprechen werden, die sich gegenseitig verstehen können. Ob nicht erneut der Kampf um den Inhalt, die Eifersucht der gedoppelten Wahrheit entbrennen wird?

So feindselig Hegelianismus und Wertphilosophie sonst stehen — darin sind sie Genossen, daß der Dualismus der Wissenschaft ihr unvermeidliches Schicksal zu sein scheint. Ob wir dies hinzunehmen haben oder ob es ein Durchgangsstadium sein wird, hat der Lauf der Geschichte zu lehren. Allein man kann das „ob?“ und das

„wie?“ einer Einheit aller Wissenschaft einmal dahingestellt sein lassen und die Frage aufwerfen, wie in unserem heutigen naturwissenschaftlichen Denken jener Gegensatz von freischaffender Vernunft und von erfahrungsgebundener Erkenntnis sich erfassen läßt, jener Gegensatz, an dem die Einheit des wissenschaftlichen Bewußtseins in Deutschland im 19. Jahrhundert zersplittern sollte. Uns scheint einmal, als ob gerade in der Philosophie ein veralteter Begriff von der Naturwissenschaft fortlebte, ja, als ob diese letztere zuweilen, sich selbst verkennend, hergebrachte Formeln über ihr eigenes Wesen fortschleppte. Und ferner: Jener Gegensatz, den wir in der Vergleichung von gegenwärtiger Philosophie und Erfahrungswissenschaft vorfinden, jener Zwiespalt von Gelten und Sein, von Kategorialem und Gegebenem — er ist ja garnicht an den Unterschied der beiden Wissenschaften gebunden, als vielmehr ein Charakter *jeder* Wissenschaft, der „erfahrenen“ sowohl wie der „rein denkenden“.

Nur soviel sollte hier zunächst klar werden: Der Dualismus, in dem die gegenwärtige Wissenschaft sich befindet, der Dualismus des philosophischen Prinzips und des empirischen Prinzips ist an sich, als Dualismus des Prinzips unbestreitbar; ob dieser Dualismus jedoch zugleich diese systematische Bedeutung für die Einteilung oder Trennung des Wissens in Philosophie und Empirie besitzt, das soll einmal als zweifelhaft gelten. Es ist denkbar, daß er einen integrierenden Charakter jeder Wissenschaft darstellt, einer jeden Naturwissenschaft, Geschichte, Philosophie oder was immer es sein möge. Als dann wäre der Dualismus der wissenschaftlichen Disziplinen aufgelöst in einen Dualismus im Erkennen, jedem Erkennen selbst. Er gewänne dadurch eine gänzlich abweichende Bedeutung.

In der Tat ist nun — und wir schränken damit die Fragestellung enger ein — das, was man das Prinzip, oder den Geist, oder die Methode des naturwissenschaftlichen Erkennens nennen kann, keineswegs ohne weiteres anerkannt und eindeutig, so daß man es gleichsam mit Händen greifen könnte. Was Naturforschung ist, will, tut, darüber pflegen gerade ganz bestimmte philosophische Grundvoraussetzungen zu entscheiden; ein unmittelbares Bewußtsein über das eigentliche *Wesen* der Natur und der Naturerkenntnis besitzt niemand. Allerdings sind bestimmte Ansichten hierüber wohl allgemein verbreitet; von erstarrten Schlagwörtern an bis zu der eindringenden Zergliederung, welche Logik und Erkenntnistheorie in den letzten Jahrzehnten geleistet haben, finden wir in irgend einer Abstufung wohl bei jedem Naturforscher eine gewisse Vorstellung vom Wesen seines Tuns. Allein jene verhält sich zu diesen wie Theorie und Wirklichkeit: beide können nach Umständen ihre eigenen Wege gehen. —

Die Materie im Raume ist zwar *einförmig*, sofern sie eben durchgehend im Raume und durch

räumliche Beziehungen darstellbar ist, aber auch *mannigfaltig*, sofern diese räumlichen Beziehungen von Ort zu Ort, von Zeitpunkt zu Zeitpunkt wechseln. Diese wechselnden Beziehungen sind teils mathematisch erfaßbar, *geordnet* (etwa wie das Planetensystem), teils mathematisch *ungeordnet* (etwa wie die Wärmebewegung). Außer den mathematischen Ordnungen finden sich an der Materie solche, welche nicht mathematischer Art, sondern qualitativ sind: z. B. der Unterschied von Gravitationskräften und elektrischen Kräften, von ponderabler Materie und Äther. Es finden sich ferner die qualitativen Ordnungen der Chemie. Auch wenn diese qualitativen Ordnungen seinerzeit in quantitative auflösbar sein sollten, so würden sie als *Mannigfaltigkeit* bestimmter Art bestehen bleiben, die Natur würde darum nicht qualitätlos, sondern der Grad der mathematischen Beherrschung hätte zugenommen. — Wir finden aber weiterhin die ganz heterogenen Ordnungen der geophysischen und der geographischen Tatsachen: Flüsse, Gebirge und Wolken sind Beispiele von typischen, Umrissen von Kontinenten solche untypischer Gestalten. Und im Reiche der Biologie wiederum ein übersehbarer Reichtum an Gesetzmäßigem ganz neuer Art, nirgends ein Widerspruch mit der unbelebten Natur, selbst gleichsam immer ein Teil und eine Bestätigung der anorganischen Naturerkenntnis und zugleich doch die quantitative und qualitative Mannigfaltigkeit der Physik, Chemie vermehrend um die Tatsachen des morphologischen Aufbaus, der Fortpflanzung, Vererbung, Zweckmäßigkeit, Anpassung, des Stoffwechsels, Wachstums und — der Beseelung. Nicht die Lebewesen allein als solche sind Teile der Materie im Raume, auch ihre Nestbauten, ihre Wanderungen auf der Erde, ihr Zwitschern und Brüllen, die Symbole ihres Liebens und Hassens. Was hilft es, wenn wir das alles „mechanisch“ einmal verstehen sollten (wer möchte die Möglichkeit behaupten oder leugnen?). Auch die Schallwelle vom Munde eines Redners „ist“ sicher „nur“ eine Welle der atmosphärischen Gase, aber sie „ist“ trotz allem Form eines Gedankens, Ausdruck eines Willens, „enthält“ irgendwie das Vollgewicht einer Welt der „Ideen“, der „Normen“, der „Werte“, der „Vernunft“, trägt diese fort zu den Hörern, setzt sich um in eine unübersehbare Folge von materiellen, biologischen, seelischen, ideellen Wirkungen.

So weist ein und dieselbe Materie nicht etwa *eine*, etwa die mechanische Ordnung auf, sondern eine unübersehbare Vielheit und Mannigfaltigkeit der Ordnungen. Gleichviel, wie weit die Durchdringung alles materiellen Geschehens durch mathematische oder mechanische Erklärung einmal gelangen wird — eine prinzipielle Grenze ist in diesem Sinne nicht angebar —, daß chemische Elemente sind, Lebewesen leben, Menschen reden, schreiben, Häuser und Maschinen bauen, Gedanken in materielle Erscheinungen, Werturteile in materielle Ausdrucksformen umsetzen —

all dies wird dadurch nicht weniger wahr, nicht minder Tatsache.

Wo fängt hier *Natur* an, wo hört sie auf? Was von alledem ist Naturwissenschaft, was nicht?

Die Festlegung einer Grenze wird vielleicht einigermaßen willkürlich sein. Wichtiger als die Umgrenzung ist die Erkenntnis, daß die Natur bei solcher Betrachtungsweise nicht als homogen, einförmig, sondern als *heterogen*, *pluriform* erscheint. Schwerlich kann man, wie geschehen ist, dem Wesen der Naturwissenschaft gerecht werden, wenn man das sie Auszeichnende in ihre *Methode* oder Betrachtungsform legt, etwa so, daß die Überwindung der gegebenen Mannigfaltigkeit durch Gesetze als ihre Aufgabe bezeichnet wird. Diese kann garnicht überwunden, sie kann nur verstanden werden. Auch ist die Mannigfaltigkeit — sei es die des Ungeordneten oder die der Ordnungen selbst — nicht „gegeben“, sondern gesucht. Denn was wir Allgemeingültigkeit der Gesetze nennen, das steht nicht unmittelbar fest; es ist ein Hauptgeschäft, den Gültigkeitsbereich der Gesetze zu erweisen und zu begrenzen. Auch widerstrebt es gerade der empirisch gerichteten Forschung, ihren Gegenstand durch ein bloß *subjektives* Kriterium zu umgrenzen; sie möchte ihren Gegenstand, wenn auch nicht unfehlbar abgegrenzt, so doch nicht in eine subjektive Betrachtungsweise, in einen „Standpunkt“ verflüchtigt sehen. Denn was Natur selbst sein soll, zergeht ihr dabei unter den Händen, verkehrt sich in eine Brille, durch welche die Wirklichkeit gesehen ist, ein Verhältnis, welches gerade dem stärksten Ehrgeiz *empirischen* Erkennens zuwiderläuft.

Wir gingen von einem wesentlich mathematisch-mechanischen Naturbegriff aus, von der Materie in Raum und Zeit. Wir mußten aber zugestehen, daß ein so uniform gedachter Naturbegriff einseitig wäre und nur eine sehr wichtige, aber keineswegs allein vorhandene Ordnung der Materie darstellen würde. Andere Ordnungen eigener Art lagern sich über und in die mechanische. Und unter diesen untereinander fremdartigen, heterogenen Ordnungen der Materie erschienen zuletzt solche, die wir unvermeidlich als vernunftgemäß, vielleicht auch als vernunftwidrig, als wertvoll oder wertfeindlich anerkennen müssen. Zwischen der Erfahrbarkeit mechanischer und vernünftiger Ordnungen scheint nicht einmal ein prinzipieller Unterschied zu bestehen: durch die Sinne kommen sie herein, im Geist werden sie empfangen, Täuschung und Meinungsverschiedenheit gibt es bei beiden. Überdies weisen „mechanische“ und „vernünftige“ Ordnung uns auf zwei anscheinend besonders fremdartige, polar sich verhaltende Ordnungen hin, doch liegen daneben und dazwischen eine garnicht näher zu bestimmende Anzahl weiterer. Der besonders durch *Kants* Autorität so eingewurzelte einseitige Begriff einer mathematisch-mechanischen, nach Gesetzen erkennbaren Natur — wobei *Kant*, seiner

Zeit folgend, wesentlich auf *Newtons* Mechanik fußen mußte — ist in der Tat ganz unvermögend vom heutigen Aufbau der Naturwissenschaften, vom heute vor uns stehenden Naturbild, Rechnung zu geben. Der unermeßliche Reichtum, welchen die Naturforschung der letzten 100 Jahre zutage brachte, hat dies Schema verlassen, fordert ein freieres, beweglicheres, unabhängigeres Prinzip. Dieses Prinzip hat einmal der heterogenen Mannigfaltigkeit der Gegenstände der Natur Rechnung zu tragen, ihren mannigfachen Gesetzen, Typen, Entwicklungen sowohl wie ihren individuellen, zufälligen, einmaligen Gestalten; weiter aber wird dieser neue Naturbegriff auch den *Zusammenhang* dieser verschiedenen Sphären einschließen und irgendwie begreiflich machen müssen. Er muß zeigen, wie die Ordnungen aufeinander sich aufbauen, sich durchkreuzen, sich überlagern und durchflechten können.

Dieses Prinzip des Zusammenhanges findet sich nun ohne weiteres in dem, was wir *Naturerklärung* nennen. Eine Überlegung, was *Naturerklärung* sei, zeigt nämlich, daß jede *Naturerklärung* nichts ist als die *Herstellung* eben eines solchen *Zusammenhanges* zweier *verschiedener Ordnungen*. Erklärungen sind immer Zurückführungen einer Erscheinung einer Art auf die Erscheinungen einer anderen Art; so z. B. die Erklärung einer Bewegung durch eine Kraft, der Wärme durch Bewegungen von Molekülen, der chemischen Reaktion durch elektrische Kräfte, gewisser Lebenserscheinungen durch Phänomene der Physik und Chemie, gewisser Sinnesempfindungen durch die Erregung nervöser Elemente usw. Jede solche Erklärung ist eine *μυτάβασις εἰς ἄλλο γένος*, die Herstellung eines bestimmten Zusammenhanges zweier verschiedener Erscheinungsarten, Sphären, Ordnungen. Diese Erklärungen schaffen zwar bestimmte Zusammenhänge, ermöglichen ein bestimmtes einheitliches Begreifen, aber sie schaffen die Heterogenität und verhältnismäßige Fremdartigkeit jener Sphären und Ordnungen nicht aus der Welt; diese bleiben, was sie waren. Der Unterschied zwischen Gold und Blei bleibt, was er war, auch wenn er nur eine Differenz von Zahl und Aufbau der gleichartigen Elektronen bedeutet. Ein zweckmäßiger organischer Vorgang wird ja nicht unzweckmäßig oder zwecklos dadurch, daß wir eine mechanische Erklärung für ihn finden. Und so in allen anderen Fällen. Man hat zuweilen glauben machen wollen, die Naturwissenschaft erziele eine allmählich immer größere „Umwandlung“ des Naturbildes in rein mechanische, mathematisch darstellbare Vorgänge. Man vergaß dabei, daß sie sich damit selbst aufhobe. Denn welchen Sinn hätten all jene Erklärungen, wenn das zu Erklärende sich als völlige Illusion erwiese? Das Besondere, welches uns zur Erklärung gerade auffordert, bleibt auch nach der „Umwandlung“, die die Erklärung bringt, noch immer jenes Besondere; nur erscheint es durchleuchtet, *zusammenhängend* mit dem wei-

teren Umkreis, dem größeren Ganzen der Natur. Erklärung ist nicht Umwandlung und Aufhebung, sondern Verbindung und Einordnung, ebenso sehr Bereicherung wie Vereinfachung. Jede Zurückführung z. B. einer besonderen Erscheinung auf ein allgemeines Gesetz ist zwar eine Vereinfachung der Betrachtungsform, aber zugleich eine Vervielfältigung der Anwendbarkeit des Gesetzes, eine Erweiterung seiner Geltung. Jede Anwendung eines Gesetzes auf einen Vorgang spezifiziert diesen zur besonderen Form jenes Gesetzes.

So wird auch begreiflich, daß die Ausbreitung der Naturforschungen nicht etwa, wie man nach der hier bekämpften Meinung erwarten sollte, eine immer größere Vereinfachung und Uniformität des Naturbildes, sondern vielmehr eine immer noch anschwellende Vielfältigkeit, Differenziertheit der Naturerscheinungen gebracht hat, wie ja ein wahres Zeitalter der Entdeckungen dem Jahrhundert der Mathematik gefolgt ist. Diese Vielseitigkeit ist nicht das Hindernis, sondern die Voraussetzung einer zugleich erreichten, um so größeren organischen Einheit aller Disziplinen, die sich schon äußerlich darin ausspricht, daß vorher geschiedene Gebiete zu neuen Synthesen sich verbinden: „physikalische Chemie“, „physiologische Chemie“, „pathologische Physiologie“ und vieles Ähnliche. So ist begriffene Wirklichkeit immer vermehrte Wirklichkeit.

Die Einseitigkeit des mechanischen Naturbegriffes also kann man aufgeben, ohne den klassischen Grundlagen dieser Wissenschaft untreu zu werden. Die mechanische Ordnung wäre ohne den Gegenspieler der Vernunftordnung der Naturgegenstände eine Partie ohne Partner. Wie weit der menschliche Geist in der Lösung seiner Aufgaben gelangen mag — dies möge jeder Naturforscher sich selbst beantworten. — Einen abstrakten Wissenschaftsbegriff ersetzen wir so durch einen organischen, dessen Ziel ein universelles System der Natur, keine mathematische Weltformel ist. Ein Physiker wird mit der vernünftigen Ordnung der Materie kaum je zu tun haben, der Physiologe aber oft auf Schritt und Tritt. Aber auch dem Physiker werden die Analoga begegnen. Das Problem, wie eine Kraft eine Bewegung bewirken oder wie sie in die Entfernung wirken könne, ist im Grunde kein geringeres „Welträtsel“ wie die Entstehung des Lebens, die Wirkungen zwischen Leib und Seele. Diese Welträtsel aber mit einem ganz besonderen Ignoramus auszuzeichnen, besteht kaum Veranlassung mehr, wenn man die Heterogenität der Naturgegenstände, die *μετάβασις εἰς ἄλλο γένος*, die jedem Erklären zugrunde liegt, als etwas ganz Allgemeines, das Gefüge der Wissenschaft selbst Ausmachendes einmal erkannt hat.

So liegt in der Überwindung eines engen Naturbegriffs auch ein Teil einer Umbildung des allgemeinsten Begriffes aller Wissenschaft. Daß Naturerkenntnis in steter Überwindung der Heterogenität und zugleich beständiger Neuschaf-

fung des Heterogenen besteht, daß sie gleichsam eingefangen ist in die Aufgabe, das Verschiedene gleich zu machen und mit ihrem Erklären die Verschiedenheit doch eben zu besiegeln, dies alles drückt das aus, was eigentlich die *Dialektik* der Wissenschaft ist. Die Zurückführung einer besonderen Erscheinung auf ein allgemeines Gesetz, eines biologischen Geschehens auf ein physikalisch-chemisches, einer psychischen Tatsache auf eine physische — das alles sind die gewöhnlichsten Handlungen der Wissenschaft, und sie alle enthalten einen unlösbaren Widerspruch. Denn wie kann ein allgemeines Gesetz eine besondere Wirklichkeit erklären, ein abstrakter Gedanke die konkrete Realität? Wie kann eine chemische Reaktion die Zweckmäßigkeit eines organischen Geschehens, eine physiologische Erscheinung eine psychische Wahrnehmung verursachen? Und das eine wie das andere sind Wirklichkeiten; die Zweckmäßigkeit ist ebenso unleugbar und gewiß vorhanden wie die chemische Reaktion, das Gesetzmäßige wie die einzelne Erscheinung. Diese Dialektik der Wissenschaft aber bedeutet ihre Qual, ist der *Inbegriff ihrer Problematik*, ist aber eben dadurch der Quell, aus dem ihr Dasein fließt, die Bedingung ihres Fragens, Forschens, Lebens. Nicht in der Trennung und Entgegensetzung, sondern in der beständigen Verbindung und Durchdringung des Prinzips der Vernunft und des Prinzips der Erfahrung liegt so das Wesen der Naturforschung. Diese umspannt nicht etwa das Reich des Seins und daneben das Reich des Geltens, sondern ihr Tun ist ein Prozeß, in dem das Geltende zum Sein wird, und das Sein wiederum gilt. So gilt, wenn ich etwas erkläre, ein Gesetz für ein Sein; ebendadurch aber wird, was eben galt, zur Wirklichkeit, das erklärte Sein ist die Realisierung des Gesetzes; man sagt dann, das Gesetz sei eine Beschreibung des Seins; und dies gleiche Sein kann im nächsten Augenblick wieder als Erklärungsprinzip eines anderen Geschehens in dieses eingehen, um von neuem dem Wechselspiel des Geltens und Seins (wie vorher) zu verfallen. In dieser ewigen dialektischen Umwandlung muß so jedes Forschen dem Grundgesetz alles Erkennens seinen Tribut entrichten: der dialektischen Beziehung von Denken und Sein, der Negativität menschlicher Erkenntnis.

Damit aber fallen die Schranken, welche Vernunft und Wirklichkeit, Gelten und Sein trennen, nicht; wohl aber hören sie auf, das Prinzip eines Gegensatzes zwischen Empirie und Philosophie sein zu können. Denn in ihrem Wechselspiel liegt hier wie dort die letzte Form und Wurzel alles Erkennens.

Grundlegende Werke der (nicht von ihren Urhebern so genannten) „Wertphilosophie“ sind besonders H. Rickerts Grenzen der naturwissenschaftlichen Begriffsbildung, 2. Aufl. 1913, und Der Gegenstand der Erkenntnis, 3. Aufl. 1915. Ferner E. Lask, Die Logik der Philosophie, 1911. Zur Einführung geeignet: Windelbands Prä Studien, 5. Aufl. 1915, und Rickerts Kulturwissenschaft und Naturwissenschaft, 3. Aufl.

1913. Sämtliche angeführten Werke erschienen bei Siebeck, Tübingen.

Die als *Neuhegelianismus* bezeichneten, vielfach auseinandergehenden Bestrebungen finden ihren Ausdruck bisher in kleineren Aufsätzen und gewissen historischen Studien. Zur Orientierung vgl. *Windelbands* Präludien, I. Bd., Die Erneuerung des Hegelianismus (Rede 1910).

Besprechungen.

Marx, Erich, Handbuch der Radiologie. Band IV. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft G. m. b. H., 1916. XXIII, 806 S. Preis geh. M. 48,—, geb. M. 50,—.

Zu Anfang dieses Jahres erschien der vierte Band des großzügig angelegten, von *E. Marx* herausgegebenen Handbuchs der Radiologie, wieder eine Fortsetzung, ehe sich der Verlag entschließen konnte, den einführenden, grundlegenden ersten Band herauszugeben. Wird auch sein Fehlen als Hilfsbuch hier weniger empfunden, als es z. B. bei dem dritten Bande der Fall war, so ist doch die Gefahr vorhanden, daß das ganze Werk durch sein verspätetes Erscheinen an Einheitlichkeit verliert. Ist beabsichtigt, den ersten Band nach dem Kriege so erscheinen zu lassen, wie er vor 3 Jahren schon vorlag, so hatte sein Zurückhalten sicher keinen Nutzen; soll er aber auf den derzeitigen Stand der Forschung umgearbeitet werden, so ist, abgesehen von der erneuten Verzögerung, zu befürchten, daß er auf einer weiter fortgeschrittenen Erkenntnisstufe steht als die folgenden — aber früher erschienenen — Bände. Dann müßte wenigstens eine recht zeitraubende Arbeit des Herausgebers den Zusammenhang mit diesen wieder herstellen, um ein auch historisch richtiges Bild über die Physik der Radiologie zu geben, eine besonders schwierige Arbeit bei der rapiden Entwicklung dieses Gebietes.

Im ersten Teil des neu vorliegenden Bandes behandelt *W. Wien* (Würzburg) die *Kanalstrahlen* (positive Strahlen), d. h. die aus positiv geladenen Masseteilchen (Atomen, Molekülen und Molekülkomplexen) bestehenden Strahlen unter Ausschluß der radioaktiven α -Strahlen, aber unter Einbeziehung aller im Kanalstrahlenraum einer Entladungsröhre auftretenden — auch negativ geladenen und neutralen — materiellen Strahlen. Die Kanalstrahlen verdanken ihre Entstehung der beschleunigenden Kraft im Kathodendunkelraum, welche die positiven Ionen gegen die Kathode treibt. Ist diese durchlöchert, so treten sie mit der an der Kathode erreichten Endgeschwindigkeit in den kräftefreien Raum hinter der Kathode aus, wo sie durch ihre Lichtemission erkannt werden können. Das Wesen dieser Strahlen ist also durch ihre Masse, ihre Ladung und ihre Geschwindigkeit gegeben, welch' letztere in einer noch nicht durchweg klar erkannten Weise von der Entladungsspannung abhängt. Das Auftreten von geladenen Atomen und Molekülen, ihre Umladungen, das Auftreten bewegter negativer und neutraler Teilchen machen die Erforschung der Kanalstrahlen zu einem experimentell äußerst schwierigen Gebiet, dessen systematische Bearbeitung aber die Aussicht bietet, elementaren physikalischen Vorgängen, wie der Erregung der Lichtemission (welche beim Zusammenstoß von Kanalstrahlen mit ruhenden Gasmolekülen eintritt) und der Ladungsänderung (sowie deren Zusammenhang mit der Lichtemission) experimentell

näher zu kommen. Die im Gasraum fliegenden Kanalstrahlen ionisieren diesen, erzeugen an den Molekülen der Gase Sekundärstrahlungen, werden zerstreut und laden sich mannigfach um. Die auf Materie auftreffenden und in ihr absorbierten Kanalstrahlen erzeugen Wärme (ein quantitatives Maß ihrer Energie!), zerstäuben feste Körper (Zerstörung von Metallspiegeln und Verdampfung von Metallen), vermögen Phosphoren auszuleuchten, sind photographisch (chemisch) wirksam und erzeugen Sekundärstrahlungen und Fluoreszenz. Jedoch dürfte eine Szintillation durch einzelne Kanalstrahlenteilchen nicht zu beobachten sein, da die durch ein Teilchen ausgelöste Lichtenergie wesentlich geringer ist, als sie zur Erregung der Reizschwelle des Auges erforderlich ist. — Die elektromagnetische Aufspaltung des Kanalstrahlenbündels (Zerlegung durch magnetische und elektrische Kräfte) gestattet Masse, Geschwindigkeit und Ladungszahl der Teilchen zu bestimmen und führt einerseits zu einer physikalisch-chemischen Analyse des Entladungsraumes, andererseits zu Aufschlüssen über den Unterschied von Molekülen, Atomen und Ionen bei der Lichtaussendung. Die spektrale Untersuchung der Kanalstrahlenlichtemission brachte die fundamentale Entdeckung des Dopplereffekts, dessen Erforschung weitere wertvolle Aufschlüsse über die Emission der Serienlinien und ihre Zusammengehörigkeit ergibt. Schließlich gelang es, die von den Kanalstrahlen emittierten Serienlinien durch ein starkes elektrisches Feld aufzuspalten, und im Anschluß daran eine von der elektromagnetischen Theorie geforderte Einwirkung des Magnetfeldes auf die Lichtemission der Kanalstrahlen quantitativ zu prüfen. Die besondere Bedeutung der elektrischen Aufspaltung liegt in ihrem engen Zusammenhang mit der Atomtheorie, welcher hier eine neue Gelegenheit zum Vergleich mit dem Experiment geboten ist.

Die Wiensche Darstellung zeichnet sich in ganz besonderer Weise aus durch die übersichtliche Anordnung und die Abgeschlossenheit eines jeden einzelnen Kapitels. Jeder Hinweis auf eine andere Stelle ist gerade so ausführlich begründet, daß der Leser auch weiß, ob er für den jeweiligen Zweck die andere Stelle braucht; dazu kommt die Betonung ungeklärter Fragen. Ganz besonders hervorzuheben ist aber die fast unbeschränkte Verwendung von Schaltungs- und Apparatskizzen, Versuchsanordnungsbildern, Photographen und Kurven von Meßresultaten, Hinweisen auf rein experimentelle Fragen der Ausführung. Der vielfach trockene Lehrbuchstil fehlt vollkommen, man macht bei dem Studium des Werkes alle Versuche in Gedanken mit. Das verleiht der Wienschen Behandlung einen eigenartigen Reiz.

Die Frage nach dem Wesen des *Lichtbogens* ist eine reine Ionen- und Elektronentheorie des Bogens geworden. Von diesem Standpunkt behandelt *A. Hagenbach* (Basel) im zweiten Teil nach einleitenden Kapiteln mit qualitativen Betrachtungen über Formen und Stabilitätsbedingungen verschiedener Bogenarten die Entstehungs- und Existenzbedingungen von Gleich- und Wechselstrombogen. Weder die Frage nach dem Ursprung der Elektronen oder Ionen im Bogen, noch die nach der Art der Leitung, darf als geklärt bezeichnet werden, wenn auch ihr Vorhandensein die Bedingung für eine Bogenentladung ist. *Hagenbach* kommt auf Grund kritischer Betrachtungen zu dem Ergebnis, daß der Ionentheorie bis jetzt nur ein qualitativer Charakter zuzuerkennen ist. Der Annahme, daß die heiße Kathode Thermoelektronen emittiert, steht die Auf-

fassung gegenüber, daß schon vorhandene positive Ionen, durch die Spannung nach der Kathode getrieben, dort durch Stoß ionisieren, ein Vorgang, der durch die hohe Temperatur der negativen Elektrode insofern begünstigt wird, als sie eine leicht ionisierbare Wolke von Elektrodenmaterial liefert. Wichtig ist in beiden Theorien (und in der Praxis) die heiße Kathode. Der Einfluß der Temperatur des Bogens auf die Entladung ist ungeklärt, ähnliches gilt von der Rolle, welche das verdampfte Elektrodenmaterial bei der Bogenleitung spielt.

Wesentliche Fortschritte hat die Untersuchung des Wechselstrombogens gebracht in Verbindung mit Simons Theorie, welche außer der rein thermischen Elektronenemission an der Kathode noch Temperatur und Fläche der Elektrode und die elektrische Energie in Beziehung setzt. Bei hoher Frequenz ist die Art des Übergangs von Glimmentladung in Bogenentladung noch ungeklärt, eine Frage, welche eng mit der Natur des Kathodenfalls im Bogen zusammenhängt. Der schwingende Lichtbogen hat neben seiner physikalischen Bedeutung auch eine praktische in der drahtlosen Telegraphie gewonnen.

Die Temperaturbestimmungen des Bogens und der Bogenelektroden (z. T. im Nachtrag behandelt) hat gezeigt, daß in ihm die höchsterreichbaren Temperaturen auftreten (Siedetemperatur der Kohle). Die hohen Bogentemperaturen sind technisch verwertet (Oxydation des Stickstoffs, Schmelzkohlebogenöfen), das Licht des Bogens ist beleuchtungstechnisch wegen seiner hohen Temperatur und der dadurch bedingten vorteilhaften spektralen Energieverteilung von hoher Bedeutung.

Sind auch von dem Gebiete der Bogen Theorie noch dichte Schleier zu heben, so hat *Hagenbach* in seiner Darstellung doch erreicht, ein überaus übersichtliches und kritisch bedeutungsvolles Bild dieses auch praktisch wichtigen Zweiges der Physik zu geben.

Der III. Teil enthält die elektrischen Erscheinungen, welche in der Umgebung hochoberhitzter fester Körper auftreten: „Glühlektroden“ von *Owen W. Richardson*. Die über 30 Jahre alte Entdeckung von *Elster* und *Geitel*, „daß ein glühender Draht mit zunehmender Erhitzung an das Gas zuerst positive, dann negative Elektrizität abgibt“, hat in den letzten Jahren durch die Entwicklung der atomistischen Elektrizitätstheorie hohe Bedeutung gewonnen. Es handelt sich um die prinzipielle Frage, ob eine Elektronenemission von glühenden Körpern an und für sich als rein thermischer Effekt existiert, oder ob sie als ein sekundärer Effekt — etwa chemischer Natur — zu deuten ist. Wenn auch die bedeutende Rolle, welche solche chemischen Einflüsse bei der Erscheinung spielen, ganz außer Frage (aber noch vielfach ungeklärt) ist, so muß doch durch *Langmuir* und *Richardsons* Versuche der Beweis als endgültig erbracht angesehen werden, daß eine thermische Elektronenemission besteht. Auch an der primär-thermischen Natur der Elektronenemission von Wehneltkathoden ist nicht mehr zu zweifeln. Die Lösung der Frage muß wohl auch bei der noch offenen Frage über die lichtelektrische Elektronenemission im Auge behalten werden.

Die positive Ionisation der Gase unter Einfluß von Glühdrähten ist in seiner Gesetzmäßigkeit noch nicht erkannt. Die starke Abhängigkeit von der Art des Gases, das Auftreten von Metallionen (K und Na auch bei reinen Platindrähten) und die durch die thermische Vorbehandlung des Glühdrahtes wesentlich bedingten Verhältnisse, andererseits die positive Emission in

Edelgasen, welche eine chemische Reaktion ausschließen dürften, haben alles andere als Klarheit in dieses Gebiet gebracht. Die Ionisation durch heiße Salze muß gleichfalls — ungeachtet zahlreicher Versuche — noch als ungeklärtes Gebiet betrachtet werden. Verf. verzichtet daher auf Theorien und Hypothesen, und beschränkt sich auf eine Zusammenstellung der Resultate. Die Messung von e/m an diesen Ionen deuten darauf hin, daß vor allem die positiven stark mit Masse beladen sind, daß aber die Deutung der Meßergebnisse durch elektrische und materielle Umladungen (ähnlich wie bei Kanalstrahlen) sehr erschwert ist. Mancherlei Gründe sprechen für die Annahme, daß in solchen Gasräumen instabile Formen von bisher nicht erkannter chemischer Konstitution auftreten. Die negative Ionisation durch Metallsalze konnte in vielen Fällen als Folge einer reinen Elektronenemission geklärt werden.

Richardson hat die Niederschrift Ende 1913 einer teilweisen Umarbeitung unterzogen. Die neueste Literatur hat *Marx* in einem Anhang noch berücksichtigt. Die nunmehr erfolgte Sicherstellung des reinen Thermo-Elektroneneffekts läßt einzelne Abschnitte der *Richardsonschen* Bearbeitung zu breit erscheinen, ausführlich behandelte Arbeiten haben heute ihre Bedeutung verloren.

Den Schluß des Bandes bildet die Theorie der *Flammenleitung* von *E. Marx*, ein Kapitel der Radiologie, welches in engem Zusammenhang mit der Theorie der Thermoelektronen steht. Durch das Verzögern der Herausgabe war dem Verfasser die Möglichkeit gegeben, die bedeutungsvollen Fortschritte der letzten 3 Jahre noch mitzuverarbeiten. Es ist dies in erster Linie die *Lenardsche „Nähewirkungstheorie“* der Flammenleitung, nach der die Elektronenerzeugung nicht durch Stoß, sondern durch gegenseitige Annäherung der Metallatome erfolgt, also nicht der Austausch kinetischer Energie, sondern die gaskinetische Stoßzahl maßgeblich ist, und welche für die in den Flammen gemessenen Werte der Wanderungsgeschwindigkeiten, welche zwischen den für Metallionen und Elektronen liegen, die Erklärung gibt, daß die Elektronen teils mit, teils ohne Metallatome ihre Wege zurücklegen. Ferner sollen nicht nur Metallatome, sondern auch Wasserstoff- und Kohlenstoffatome in einem besonders aktiven Zustande Elektronen frei machen. Sind im besonderen noch die Elektroden, zwischen denen gemessen wird, heiß, so treten noch Elektronen durch Zusammenstöße zwischen den Metallatomen in der Flamme und den Atomen des Elektrodenmaterials sowie Thermoelektronen hinzu.

Auf die *Lenardsche* Theorie folgte die neue *Marxsche*, welche die Annahme der Ladungswechsel von *Lénard* übernimmt, aber als Grundhypothese für das Auftreten der Elektronen einen lichtelektrischen Effekt annimmt. Beide Theorien führen zu gänzlich verschiedenen Ergebnissen, zu deren Prüfung es aber einstweilen noch an experimentellem Material fehlt. Das gemeinsame Glied beider Theorien, die „Wechselzahl“, ist durch Versuche über den Einfluß des Druckes auf die Leitfähigkeit als sichergestellt zu betrachten. Der Mechanismus der Elektronenauslösung bedarf also noch der Klärung. Sehr eingehend werden die Messungen über die Wanderungsgeschwindigkeiten der positiven und negativen Träger in Flammen behandelt, welche zu dem Quadratwurzelgesetz der negativen Ionen (Beweglichkeit bei gleicher Konzentration umgekehrt proportional der Wurzel aus dem Atomgewicht des Me-

talls) und dem Gesetz der Unabhängigkeit der Beweglichkeit der positiven Ionen von Konzentration und zerstäubten Salz geführt haben. Nur in kurzem Hinweis wird die Frage nach der Lichtemission der Flammen mit Salzdämpfen behandelt, in welcher heute die Hypothese der Lichtemission beim Zusammenstoß freier, neutraler Metallatome am meisten Wahrscheinlichkeit hat.

Auch die Flammenleitung ist ein noch in voller Entwicklung befindliches Gebiet. Dieser Entwicklung bestimmte Wege auf Grund des umfangreichen schon vorliegenden Materials vorgezeichnet zu haben, kann als Charakteristikum der Marxschen Monographie bezeichnet werden. Dabei ist besonders die rein physikalische Darstellung aller Theorien hervorzuheben.

Als ganzes betrachtet ist auch der 4. Band des Handbuches in hervorragendem Maße geeignet, die Entwicklung der Radiologie zu fördern, die Erfassung des großen Gebietes zu erleichtern.

W. Gerlach, Göttingen.

Helmholtz, H. v., Zwei Vorträge über Goethe. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1917. 64 S. Preis M. 2,—.

In einem Büchlein (64 S.) hat W. König bei Vieweg zwei Vorträge herausgegeben, die Helmholtz in den Jahren 1853 und 1892 gehalten hat. In dem ersten Vortrage sucht Helmholtz Goethes Forschungsweise allgemein zu charakterisieren als ein intuitives Ordnen des durch Erfahrung Gegebenen unter Ablehnung abstrakter Begriffssysteme. Durch diese Einstellung seines Geistes und durch seinen sicheren Blick war Goethe befähigt, der vergleichenden Anatomie der Tiere und Pflanzen neue Wege zu weisen; so wurde er einer der erfolgreichsten Vorgänger Darwins. Dieselbe Einstellung des Geistes brachte es aber mit sich, daß er den Begriffssystemen der Physik ablehnend gegenüberstand. So erklärt Helmholtz Goethes leidenschaftliche Polemik gegen Newtons physikalische Theorie der Farben. Goethe habe die Theorie als solche ablehnen müssen, ohne sich genötigt zu fühlen, eine Widerlegung der Theorie durch Vergleiche ihrer einzelnen Konsequenzen mit der Erfahrung zu versuchen.

Der zweite Vortrag wird von jedem mit Entzücken gelesen werden, der an wissenschaftlicher Weltbetrachtung Freude haben kann. Da zeigt der alte Helmholtz am Ende seines im Kampfe um wissenschaftliche Einsicht hingebrachten Lebens, wie sich Goethe in seinem Weltbilde ausnimmt. Helmholtz' Stellung zur Erkenntnistheorie, im besonderen auch zu Kant, kommt wunderbar klar zum Ausdruck. Lieber Leser! Restümiert wäre profaniert. Selber lesen!

A. Einstein, Berlin.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Kriegsseife. Von Dr. Kühl, Altona. (*Öffentliche Gesundheitspflege*, 2. Jahrg., 3. Heft, S. 137.) Der Verfasser erörtert zum Verständnis der nachfolgenden Ausführungen, was Seife ist und wie sie wirkt. Die Seifen werden erhalten durch Kochen von tierischen oder pflanzlichen Fetten bzw. von aus ihnen gewonnenen Fettsäuren mit Kali- oder Natronlauge. Man unterscheidet dementsprechend Kali- oder Natronseifen, sie stellen die fettsauren Salze der betreffenden Alkalimetalle dar. Die Wirkung der Seife beruht darauf, daß diese Salze hydrolytisch in saure, fettsaure und

basisch fettsaure Salze gespalten werden; erstere nehmen die Schmutzstoffe auf, letztere bilden mit überschüssigem Wasser eine Emulsion, welche sie entfernt. Die Seifen lösen sich in weichem, kohlenensäure- und mineralsalzarmem Wasser auf, nicht aber in einem Wasser, welches Kalk- und Magnesiumsalze oder große Mengen Kohlenensäure enthält. Die genannten Mineralsalze setzen sich mit den die Seife bildenden fettsauren Alkalisalzen chemisch um und es werden als Folge der Umsetzung unlösliche Kalk- und Magnesiumsalze gebildet, welche keine reinigende Wirkung besitzen. Der Mangel an Fett zwang die Regierung, den Seifenverbrauch zu regeln, dem Wucher mit Seifenersatzmitteln zu steuern und Verordnungen (vom 6. Januar 1916 und 21. Juli 1916) herauszugeben. Das Verbot, tierische und pflanzliche Fette zu technischen Zwecken zu verwenden, hatte zur Folge, daß zahlreiche neue Ersatzstoffe auf den Markt gelangten. Zahlreiche Firmen brachten Tonseifen in Verkehr, die bestenfalls aus reinem Ton bestanden, oft nur aus Lehm oder Ziegelton. Die ungeheuren Preise solcher Stoffe veranlaßten die Regierung zu einer Verordnung vom 5. Oktober 1916, der zufolge die Bezeichnung „Seife“, auch im Zusammenhang mit dem Worte „Ersatz“, für alle fettlosen Wasch- und Reinigungsmittel untersagt und Preise für Tonwaschmittel festgesetzt wurden. — Um ohne Verwendung von Seife schäumende Waschmittel herzustellen, wurden auch künstliche Schaummittel benutzt. So das Saponin, welches sich in der Quillayarinde findet, ferner Roßkastanienmehl, das auch Saponin enthält. Alle Waschmittel, welche dem freien Verkehr überlassen sind, dürfen keine aus pflanzlichen oder tierischen Fetten bereitete Seife enthalten. Solche, welche Seife enthalten, sind die eigentlichen Kriegsseifen und tragen den Aufdruck K.A.-Seife bzw. K.A.-Seifenpulver. Ein recht glücklicher Gedanke ist die Aufschließung fetthaltiger, aber nicht mehr industriell verwertbarer Abfälle durch Laugen, weil die so hergestellten Waschmittel infolge ihres Seifengehaltes schäumen. Einen breiten Raum nehmen noch immer die Tonwaschmittel ein. Manche Fabrikanten glaubten, dem natürlichen, Sand enthaltenden Lehm noch künstlich solchen beimischen zu müssen, in der falschen Meinung, die reinigende Wirkung des Sandes sei auf dieselbe Ursache zurückzuführen, wie beim Ton. Bei diesem ist sie eine Oberflächenwirkung. Die kleinen Tonpartikelchen adsorbieren kleine organische und anorganische Stoffteilchen. Je feiner der Ton ist, um so mehr reinigt er infolge der größeren Oberfläche. Die größte Oberfläche besitzt der kolloidale Ton. Im lufttrockenen Zustande zeigt der Ton noch keine reine Kolloideigenschaften, behandelt man ihn mit Wasser, so treten mehr oder weniger die charakteristischen Eigenschaften der Kolloide hervor. Soll Ton für Waschzwecke benutzt werden, so ist erforderlich, daß er möglichst viel kolloide Substanz enthält. Dann wird er auch mit dem zu reinigenden Gegenstand in innigste Berührung kommen. Nur reiner Ton ist zur Herstellung von Waschmitteln geeignet. Auch Mergel, Ziegelton und Lehm enthalten Kolloidsubstanz. Das in beiden letzten befindliche Eisenoxyd befindet sich auch zum Teil im kolloidalen Zustande. Ziegelton und Lehm sind aber wegen ihres Eisengehaltes zur Herstellung von Waschmitteln unwendbar. Ebenso ungünstig wirkt in ihnen enthaltener Kalk. Kleine Mengen Ammoniak vermehren die Kolloidschubstanz der Tone. So bestand ein vom Verfasser untersuchter Schmierseifenersatz im wesentlichen aus einem ammoniakhaltigen Tonbrei. Ein anderer Schmier-

seifenersatz bestand aus einer künstlich hergestellten Aluminiumgallerte mit etwas Soda. Die Waschkraft des hochkolloidalen Produktes war groß. W.

Über die trockene Destillation einer Braunkohle bei verschiedenen Temperaturen haben A. Naumann und W. Weber nähere Untersuchungen angestellt, worüber sie in der *Zeitschrift für Elektrochemie*, Bd. 22, S. 109—112, berichten. Die Kohle stammte aus der Grube Ludwigshoffnung (Oberhessen) und bestand aus kleinen Brocken sowie erdigem Pulver. Die Rohkohle verlor beim Trocknen an der Luft 54 % Wasser, die Verbrennungswärme der lufttrockenen Kohle betrug 5252 WE, ihr Aschegehalt 18,1 %. Von der lufttrockenen Kohle wurden jeweils 140 g in einem Eisenrohr mit elektrischer Heizung destilliert, das Gas wurde in einem mit Wasser gekühlten Schlangenrohr von Teer befreit, hierauf zur Entfernung des Ammoniaks durch Schwefelsäure geleitet und schließlich in einem Gasbehälter aufgefangen. Die Destillationsversuche erstreckten sich auf 5 verschiedene Temperaturen, die zwischen 450 und 1100° lagen. Die Gasausbeute nahm mit steigender Destillationstemperatur erheblich zu, auch die Zusammensetzung des Gases und demgemäß auch sein Heizwert zeigten große Verschiedenheit, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht:

Nr.	Destillations-temp. °C	Gasausbeute aus 100 g wasserfreier Kohle. Liter	Zusammensetzung des Gases in Vol.-%						
			H ₂	CH ₄	C _m H _n	CO	CO ₂	O ₂	N ₂
1.	450	3,77	32,5	22,4	3,6	14,6	12,9	6,8	7,2
2.	600	9,21	28,6	20,7	4,6	10,0	27,0	2,1	7,0
3.	750	16,02	44,3	21,5	2,4	12,8	6,6	4,6	7,8
4.	960	17,43	41,9	19,5	1,7	17,4	9,7	1,8	8,2
5.	1100	24,32	45,2	15,9	1,2	17,9	8,8	2,6	8,4

Der Heizwert von 1 l Gas sank von 3716 g-cal. bei Versuch 1 auf 3214 g-cal. bei Versuch 5, wogegen der Heizwert der gesamten Gasmenge von 14 009 g-cal. bei Versuch 1 auf 78 165 g-cal. bei Versuch 5 stieg.

Die Teerausbeute nahm mit steigender Destillationstemperatur ebenfalls zu, sie betrug bei Versuch 1 nahezu 12 %, bei Versuch 4 und 5 dagegen über 19 %, auf wasserfreie Kohle berechnet. Die Verbrennungswärme des Teers war 10 765 WE bei Versuch 1 und fiel auf 9055 WE bei Versuch 5, ebenfalls auf wasserfreie Kohle bezogen. Die Ammoniakausbeute war bei niedriger Destillationstemperatur recht gering, bei Versuch 1 z. B. betrug sie nur 0,01 %, doch stieg sie auf 0,12 % bei Versuch 5 und wird im Großbetriebe, wo man nicht von wasserfreier Kohle ausgeht, jedenfalls noch höher sein. Auch kann man durch Vergasung des stickstoffhaltigen Braunkohlenkokes noch eine weitere Menge Ammoniak gewinnen.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen flüchtigen Destillationserzeugnissen nimmt die Koksbeute mit steigender Destillationstemperatur ab, und zwar sank sie von 62,74 % bei Versuch 1 auf 46,47 % bei Versuch 5. Die Verbrennungswärme des lufttrockenen Kokes stieg von 4877 WE bei Versuch 1 auf 5431 WE bei Versuch 3 und fiel hierauf wieder auf 4949 WE bei Versuch 5. S.

Über das Treiben von Wurzeln. (Molisch, Sitzber. der kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 126. Bd., 1917.) Die Versuche der Pflanzenphysiologen, die Ruheperiode der Gewächse abzukürzen oder aufzuheben, haben zu großen Fortschritten geführt, die auch der Praxis zugutegekommen sind. Bei allen diesen Experimenten war es ausschließlich auf das Treiben von Blatt- und Blütenknospen abgesehen, das Treiben der Wurzeln aber war bisher noch nicht Gegenstand der Untersuchung. Und doch war eine solche erwünscht, denn aus den Beobachtungen, die bis jetzt vorlagen, geht nicht einmal hervor, ob den Wurzeln überhaupt eine *freiwillige* Ruhe zukommt oder ob sie im Winter nur deshalb nicht wachsen, weil sie zu dieser Zeit ungünstigen Wachstumsbedingungen, vor allem, weil sie in unseren Breiten niederen Temperaturen ausgesetzt sind. Würde sich z. B. herausstellen, daß Zweige, die leicht Adventivwurzeln bilden, im Herbst oder Winter diese Neigung trotz günstiger Wachstumsbedingungen nicht bekunden, wohl aber wenn sie zuvor dem Warmbad oder Rauch ausgesetzt worden waren, so würde dies für eine freiwillige Ruhe sprechen.

Der Verfasser hat nun derartige Experimente schon vor längerer Zeit und auch im letzten Winter unternommen und gelangte dabei zu folgenden Resultaten:

Werden Zweige von *Salix*, *Populus*, *Philadelphus coronarius* und *Viburnum opulus* in den Monaten September, Oktober und November einem Warmbad oder dem Rauche von Papier oder Tabak in der beim Treiben von Laub- und Blütenknospen üblichen Weise ausgesetzt, so entstehen nachher in den gebadet oder geräucherten Zweigen die Adventivwurzeln gewöhnlich bedeutend früher als an den unbehandelten Kontroll-exemplaren. Es lassen sich also nicht bloß Laub- und Blütenknospen, sondern auch die Anlagen von Adventivwurzeln treiben. Diese Tatsache spricht dafür, daß die mehrfach beobachtete Periodizität des Wurzelwachstums bei Gehölzen nicht immer eine unfreiwillige, durch ungünstige Wachstumsfaktoren hervorgerufene, sondern in vielen Fällen eine freiwillige sein dürfte, wie die der herbstlichen Knospen unserer heimischen Bäume und Sträucher. Autoreferat.

Die Schwerkraft auf dem Mittelländischen Meer und die Hypothese von Pratt. (H. Wolff, *Gerlands Beiträge zur Geophysik* Heft 3, 1916.) In seiner Dissertation: Die Schwerkraft auf dem Meere und die Hypothese von Pratt hatte der Verfasser u. a. auch gezeigt, daß das Schwarze Meer als *Binnenmeer* der Lehre vom Gleichgewichtszustande der Massen oder der Isostasie nach Pratt nicht ohne weiteres entspricht, während im Gegensatz dazu bei den *Weltmeeren* ein Gleichgewichtszustand im allgemeinen angenommen werden kann. Als Binnenmeere gelten auch das Mittelländische und Rote Meer. In der vorliegenden Arbeit untersucht der Verfasser zunächst das Mittelländische Meer, indem er vier auf dasselbe verteilte Stationen isostatisch reduziert und die so berechneten Werte mit den von Prof. Hecker beobachteten Werten der Schwerkraft bzw. Schwere-störung vergleicht. Aus der Gegenüberstellung ergibt sich, daß die Pratt'sche Hypothese für das Mittelländische Meer in der Gegend dieser Stationen jedenfalls nicht gelten und also hier keine isostatische Massenerlagerung vorhanden sein kann. Autoreferat.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 45.

9. November 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Pripet- oder Rokitnosümpfe, ihre Natur und ihr Kulturzustand. Von *Dr. B. Brandt, Belzig* z. M. S. 677.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1916. Von *Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Charlottenburg*. S. 681.

Zuschriften an die Herausgeber:

Noch einmal die „denkenden Tiere“. Von

Privatdozent Dr. K. Gruber. S. 684.

Erwiderung auf Dr. Grubers Kritik. Von *Prof. Dr. F. Doflein*. S. 685.

Entomologische Mitteilungen:

Beiträge zur Biologie der sternförmigen Schmierlaus. Ueber Nadelholzsaamen zerstörende Chalcididen. Zur Kenntnis der Carabidenlarven. S. 686—688.

**Farbbänder • Kohlenpapier
Schreibmaschinenpapier
Zubehör aller Art**

Kartothek-
Karten und Registratoren
Bureau-Möbel

liefert in bester Ausführung und preiswert

**Remington-Schreibmaschinen G.m.
b. H.**
Berlin W 8, Friedrichstrasse 83.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfirst 6050–53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto, — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen unserer Ernährung

unter besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit

von

Emil Abderhalden,

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität zu Halle a. S.

Mit 2 Textfiguren. — Preis M. 2.80.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort. — Einleitung.

Unsere Nahrungsstoffe: I. Die organischen Nahrungsstoffe. II. Die anorganischen Nahrungsstoffe.

Die Herkunft unserer Nahrungsstoffe.

Das Verhalten unserer Nahrungsstoffe in unserem Verdauungskanal.

Sind wir nach dem Bau unseres gesamten Nahrungskanals für reine Pflanzennahrung oder für Fleischnahrung oder für ein Gemisch beider bestimmt?

Einfluß des Appetits der Nahrungsaufnahme auf die Abgabe der Verdauungssäfte.

Der Zellstoffwechsel.

Die Mengen der zur Ernährung notwendigen Nahrungsstoffe.

Die wichtigsten Methoden zur quantitativen Verfolgung des Stoffwechsels.

Die Frage des Eiweißbedarfes.

Die Ausnutzung der verschiedenen Nahrungsmittel am Darmkanal.

Die unter verschiedenen Bedingungen zur Vollführung der Leistungen des Organismus notwendigen Energiemengen.

Die Frage der Ersetzbarkeit eines Nahrungsstoffes durch einen anderen.

Bedarf es der besonderen Zufuhr von Mineralstoffen (Salzen) und anderen Nahrungsstoffen?

Besteht die Möglichkeit der Entstehung von Störungen durch die einseitige Aufnahme bestimmter Nahrungsmittel?

Der Stoffwechsel des wachsenden Organismus.

Ist die jetzige Art unserer Ernährung ausreichend?

Vor kurzem erschien:

System der Ernährung

von

Dr. Clemens Freiherr von Pirquet,

o. ö. Professor für Kinderheilkunde und Vorstand der Universitäts-Kinderklinik in Wien

Erster Teil

Mit 3 Tafeln und 17 Abbildungen. — Preis M. 8.—

Inhaltsverzeichnis:

Allgemeine Übersicht.

Die Milch als Nahrungseinheit.

Nahrungsbrennstoffe.

Nahrungsbaustoffe.

Sitzhöhe und Körpergewicht.

Sitzhöhe und Darmfläche.

Körpergewicht und Darmfläche.

Ernährung nach der Darmfläche.

Tafel zur Ernährung des Menschen.

Tafeln für den Einkauf von Nahrungsbrennstoff und Nahrungsweiß.

Literaturverzeichnis.

Sachverzeichnis.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

9. November 1917.

Die Pripet- oder Rokitnosümpfe, ihre Natur und ihr Kulturzustand.

Von Dr. B. Brandt, Belzig i. M.

Zwischen Bug und Dniepr und zwischen dem westrussischen Landrücken und der wolhynischen Platte dehnen sich die Rokitno- oder Pripet-sümpfe aus, das größte Sumpfgebiet Europas und die südlichste der großen Sumpfreionen Westrußlands. Von diesen sei hier noch die den Pripet-sümpfen am nächsten gelegene ununterbrochene, langgestreckte sumpffreie Niederung erwähnt, in der die obere Memel, der Bobr und der untere Narew fließen, die Memel-Narew-Senke mit den Beresinasümpfen und der Sumpf- und Dünenlandschaft der Augustowoer Wälder. Die großen Sumpfreionen stehen durch weithin verbreitete kleinere Sumpfflächen in losem Zusammenhange. Zu ihnen gehört z. B. der Bjelowiescher Wald, dessen Sümpfe einen Ausläufer des Pripetsumpfgebietes darstellen. Beide Gruppen von Sümpfen liegen in *Bodenkohlformen*: Die Pripetsümpfe in einer schon im älteren Tertiär angelegten tektonischen Senke des russischen Tafellandes; die Memel-Narew-Sümpfe in einer Furche wechselnder Weite, die unseren diluvialen Haupt- oder Urstromtälern verwandt ist; die kleineren Sümpfe füllen oft gleich den Seen im baltischen Höhenrücken Hohlformen des glazialen Aufschüttungsreliefs aus. Nach dem Schwinden des Inland-eises hat die sehr wirksame Tätigkeit des Windes Hohlformen in den Flugsanden modelliert, Tälern durch Dünenmassen die Ausgänge verlegt und so neue der Versumpfung leicht unterliegende Stätten geschaffen. Auch Erosionstäler sind in großer Anzahl versumpft. Während die größeren Sumpfreionen gleichzeitig tiefgelegene Niederungen sind, nehmen die kleineren ganz verschiedene Höhenlagen ein: an der unteren Memel liegen Sümpfe in nächster Nähe des Stromes, doch 50 m über seinem Spiegel. Am Nordrande des westrussischen Landrückens bedecken sie häufig das Gehänge und den Übergang von der Hochfläche zur Niederung. Das Klima ist infolge größerer Niederschlagsmengen, die denen unserer nordwestdeutschen Moorgebiete vergleichbar sind (600 bis 1000 mm), nur im litauischen und baltischen Küstengebiete unmittelbar sumpffördernd. Landeinwärts nehmen dagegen die Niederschläge stark ab (unter 500 mm). Dafür wird aber der Winter streng kontinental und die durch gelegentliches Abtauen nicht geminderte sehr mächtige Schneedecke im Frühjahr zu einer ausgiebigen Quelle der Versumpfung. Bei den Pripetsümpfen spielt dazu die große nordsüdliche Ausdehnung des Ein-

zugsgebietes vom Pripet-Dniepr, die 5 Grade der Breite überschreitet, und die daraus folgende klimatische Verschiedenheit der Nebenflußgebiete eine fördernde Rolle: dem zuerst auftretenden Frühjahrshochwasser der südlichen Zuflüsse folgt das der nördlichen; im Juni fallen dann die Hauptniederschläge im Süden, im Juli endlich die im Norden. Vom Ende des Winters bis tief in den Sommer hinein sammelt sich also, nacheinander aus verschiedenen Quellen gespeist, eine große Wassermenge im Becken an, die den Verdunstungsverlust in den Sommermonaten zum großen Teil ersetzt. An der *Entwässerung* der Pripetsümpfe beteiligen sich alle drei Ströme Westrußlands, Memel, Weichsel und Dniepr. Die Memel ist, wie ihre steilwandigen Durchbruchstrecken und ihr tief eingeschnittener Unterlauf zeigen, ein verjüngter, energisch tätiger und daher sumpffindlicher Fluß. Der Dniepr entfaltet nach seinem Austritte aus dem Sumpfbeckenn innerhalb der ca. 450 km langen Laufstrecke bis zu seinen Katarakten nur 47 m Gefälle. Er darf daher als träger Fluß und schlechter Entwässerergelten. Die Weichsel nimmt mit dem tiefen Durchbruchstale des Bug und dem überaus trägen Narew vielleicht eine Mittelstellung ein. Da indessen Memel und Weichsel als Abflußlinien gegenüber dem Pripet-Dniepr durchaus in den Hintergrund treten, verändern sie nicht die ungünstigen Entwässerungsverhältnisse.

Die große Verschiedenartigkeit der Sümpfe hinsichtlich ihrer Größe, Form, Höhenlage, Speisung und Entwässerung beeinflusst aufs äußerste die *Höhe des Grundwasserstandes* und den Grad der Versumpfung. Daher bieten die westrussischen Sümpfe durchaus nicht einförmige Landschaftsbilder; im Gegenteil, fast jedes Sumpfgebiet und viele kleinste Sümpfe haben ihr individuelles Gepräge. Auch das weite Pripetbecken ist nicht eintönig. Hier wird ein Wechsel der Landschaft dadurch hervorgerufen, daß die diluvialen, die Unterlage der Sümpfe bildenden Sande an vielen Stellen in mannigfacher Form und Ausdehnung, oft als Dünen aufragen und so das Gesamtgebiet in kleinere Sumpfbezirke (Bagno oder Boloto) gliedern. Indem sie diese bald mehr, bald weniger vollständig abgetrennt haben, sind auch hier ganz verschiedene Grundlagen für Entwässerung und Versumpfung geschaffen worden. Damit steht im Zusammenhange, daß benachbarte Sümpfe im Pripetbecken Höhenunterschiede von einigen Metern aufweisen.

Das wesentlichste Merkmal der Sümpfe sind die diesen wechselnden Grundlagen genau angepaßten *Pflanzengemeinschaften*. Wir unterscheiden fol-

gende Haupttypen: 1. Stehende Gewässer in verschiedenen Stadien der *Verlandung*, mit schwimmenden Pflanzen (*Polygonum amphibium*) und einem Saume von Schilf, Binsen u. a. Oft rötlich-braune Verfärbung des im Spiegel schwarz erscheinenden Wassers, Faulschlammablagerung am Grunde und Sumpfgasentwicklung. In diesem Zustande befinden sich Niederungsseen, Teiche, tote Nebengerinne der Flüsse und vernachlässigte Entwässerungsgräben. Verlandung oft abgeschlossen. 2. Besonders anzuführen sind Rinnen, die im Sommer zuwachsen, im Frühjahr aber immer wieder durch die Schneeschmelzwässer ausgespült werden, also über den Anfang der Verlandung nicht hinauskommen. 3. *Moorige Rinnen*. Sie sind erfüllt von tiefem, flüssigen schwarzen Moorbrei, der mit einer trügerischen Decke grüner Moose überzogen ist. Vom Rande aus versuchen sich Bäume vorzuschieben. Sie verlieren bei einiger Größe den Halt und sinken in den Schlamm, andere brechen von Moosen umwuchert ab. Die Reste überziehen sich mit Moos, die Stümpfe verwandeln sich in Bulten. Im Narewabschnitte des Bjelowiescher Waldes verbreitet. 4. Den Schilf- und Binsengürteln der stehenden Gewässer schließt sich eine in schlammig-moorigem Boden wurzelnde Zone von Sumpfgewächsen an. Massenhaft ist *Calla palustris*, besonders charakteristisch aber die hohe, dickichtbildende Staude *Senecio paluster*. Sie umzieht im Juni die Teiche und Seen mit einem breiten leuchtend gelben Bande. 5. Die Sumpfpflanzengürtel gehen nach außen in *Wiesen* abnehmenden Feuchtigkeitsgrades über, zunächst in Sumpfwiesen, deren Boden nie trocken wird. Zu den genannten Pflanzen treten hinzu: *Pedicularis palustris*, *Rumex acetosa*, *Geum rivale*, *Menyanthes trifoliata* u. a. Dann folgen nasse, jedoch im Hochsommer einigermaßen trocken werdende bultige Grasbestände mit der auch bei uns verbreiteten Wiesenflora: *Ranunculus*, *Lychnis*, *Polygonum*, *Orchis*, *Poa*, *Festuca*, dazu Moose, wie *Hypnum Schreberi*, *Aulacomnium palustre*, *Chamaecium dendroides*. Der Außengürtel ist am wenigsten feucht; er trägt einförmige Grasflächen mit hohen Bulten und dünn verstreutes Wacholdergebüsch. Der Wacholder kann wegen seiner ungemainen Verbreitung als eine Charakterpflanze der westrussischen Landschaften angesehen werden. Er findet sich auf vielen Böden, die von anderen Pflanzen verschmätzt werden, auf den magersten Dünen, auf den riesigen Flächen ausgemergelten Ackerbodens und ebenso auch in sumpfigen Strichen. — Die genannten Pflanzengemeinschaften bilden aber nicht nur konzentrische Gürtel um Wasserflächen, sondern sie füllen auch jede für sich allein ganze Sumpfbecke aus; in beiden Fällen stellen sie aufeinanderfolgende Stadien der *Flachmoorbildung* vor. 6. Viele Sumpfbecke enthalten in ihrer Mitte ein Hochmoor. Es besteht aus mächtigen, weichen, schwammigen Polstern von Torfmoosen

(Sphagnum, *Polytrichum strictum*, *Thuidium Blandowii*) und ist bedeckt mit Hochmoorpflanzen (*Vaccinium oxycoccos*, *Andromeda*, *Ledum*, *Eriophorum*). Die Mitte nehmen lose verstreute, niedrige, krüppelige Kiefern und Birken ein. Ihre frühzeitig sterbenden, von Flechten umkleideten Stämme bleiben noch lange aufrecht stehen und verleihen neben den bleichen Bulten und den Lachen schwärzlichen Wassers dem Hochmoore einen traurigen Zug. Die Mitte des Hochmoores liegt einige Meter höher als das den Rand bildende Flachmoor. Die schildförmige Wölbung ist oft mit dem Auge wahrnehmbar, sie verdeckt die Aussicht auf das gegenüberliegende Ufer, sie tritt bei Überschwemmung wie eine Insel hervor, sie kontrastiert zur Blütezeit mit ihren bleichen Farben gegen das Bunt der Sumpfwiesen. Wie der Hannoveraner vom „weißen Moore“, spricht daher der Russe vom „Biale Boloto“. Die durch die Moorbecken fließenden Wasserläufe ziehen in bogenförmigen Umwegen im Flachmoorgürtel entlang. Dabei empfangen sie gelegentlich Zufluß durch Rinnen, welche aus Teichen der Hochmoormitte in radiärer Anordnung abfließen. Allein aus der Randlage der fließenden Gewässer kann man auf Karten oft die Hochmoornatur der Sumpfbecke ablesen. Hochmoore kleiden auch Rinnen aus. Neben den unter 3 beschriebenen moorigen Rinnen kommen auch solche mit festem, federndem Boden, mit bultiger Oberfläche und mit Krüppelholz vor. Auch greifen die Moose aus den Becken in den Randsaum des umgebenden Waldes über. 7. Die Memelzuflüsse im westrussischen Landrücken fließen als kleine Rinnen in weiten und tiefen Tälern, deren Aue aus mächtigen Ablagerungen von Moorerde besteht. Die Oberfläche ist im Sommer vollständig trocken, der pulverige schwarze Boden tritt überall zwischen hohen, grab- oder beetartigen Bulten und in Bodenrissen zutage. Nur niedrige Kräuter und kurze Gräser gedeihen hier. Eine weitere Moorerdebildung findet augenscheinlich nicht mehr statt, diese Talauen sind vielmehr als *tote Moore* anzusprechen. Als Ursache der Vermoorung findet man bei manchen dieser Täler eine Verlegung des Talausganges durch Flugsande. Das Ersterben der Moorbildung aber ist bedingt durch die infolge der Memelverjüngung gesteigerte Erosionskraft der Flüsse, welche allmählich die stauenden Dünenriegel durchschnitten haben. — Dem Kenner der norddeutschen Mooregebiete wird in Rußland der völlige Mangel der Heidekrautdecken auf erlöschenden Hochmooren auffallen; hierin liegt ein Hauptunterscheidungsmerkmal beider Sumpfgebiete. 8. Die Hauptformation der Sumpfgebiete ist der *Wald*. Nach ihm nennen die Russen die Pripetsümpfe das „Poljesje“, das Waldland. Der Anblick der Sumpfwälder ist sehr verschieden. Neben Bruchwäldern, deren meist buschartig entwickelte Laubhölzer in einer zusammenhängenden, offenen Wasserfläche stehen, kommen mäßig hohe, dichte Wälder krumm-

gewachsener Birken und Kiefern vor. Zwischen ihren Stämmen erheben sich hohe Graspolster und blitzen überall Lachen moorigen Wassers auf. Andere Bestände sind lichter und haben höhere Stämme, aber nur ein dünnes kümmerliches Geäst, dessen Form schon von fern auf den sumpfigen Standort schließen läßt. Solche traurigen, wenig nutzbaren Waldungen sind in den Pripetsümpfen sehr verbreitet. Der Bjelowiescher Wald zeigt auf kleinem Raume einen starken Wechsel des Bodenreliefs und des Grundwasserstandes. Daher sind in diesem interessanten Gebiete außer allen Arten von Mooren auch alle Abstufungen von Wäldern zu finden: Brücher, traurige Moor- und Sumpfwaldungen, hohe, hallenartige Laubwälder mit Unterholz, parkartige Eichenwälder, etagenförmig aufsteigende Misch- und Nadelwälder. In den nur mäßig feuchten Teilen erreichen Kiefern und Fichten erstaunliche Maße. Sie leiten über zu den Wäldern der trockenen Hochflächen und der Sumpfinselfen, auf denen die Kiefer vorherrscht. Weniger durch Riesenhaftigkeit der Bäume als durch wilde Urwaldnatur zeichnen sich die Wälder des Beresinabeckens aus: Der Boden besteht aus nasser Erde, schwarzem, schmierigem Moorboden und tiefer, faulender Lohe, aus der Pilze, Moose, Farne, Gräser, hohe Monokotyledonen und buntblühende Pflanzen emporwachsen, dazwischen steht offenes Wasser, von Lemnarnasen und Algenhäuten bedeckt. Aus dickichtartigem Unterholze steigen Weiden, Erlen, Birken, Linden, Ahorne, Pappeln, Espen, Eichen und Fichten etagenbildend auf. Die Stämme sind von Flechtenkleidern und Moosmänteln umzogen und von Polypörusschwämmen bedeckt. Mancher Baum ist unter dieser Last zugrunde gegangen und liegt mit aufrecht gestellter Wurzelscheibe in Schlamm und Moder. Mitgerissene schwächere Bäume haben sich wieder erholt und streben gekrümmt wieder empor. Auf den gefallen Stämmen siedeln sich farbige Schleimpilze, Moose, gelbe Hutpilze und bleiche Lathraceen an und verwandeln sie, ohne ihre Gestalt zu verändern, in morsche Lohe.

Die absterbenden Pflanzen aller dieser Formationen bauen den alluvialen Boden des Sumpflandes auf. Das ursprünglichste Produkt der Versumpfung, der *Faulschlamm*, ist eine faulig riechende, gashaltige schlammige Masse. Außer am Grunde von Seen ist er auch in Entwässerungsgräben der Moore zu finden, wo er eine handbreite Grenzschicht zwischen dem Sande der Unterlage und dem Torfe bildet. Er ist frisch entnommen hellfarbig und plastisch und erhärtet an der Luft zu einer schwärzlich-grauen harten tonigen Masse. Auf die Faulschlamm-Bildung folgt die der eigentlichen moorigen Zersetzungsprodukte, der *Moorerden und Torfe*, die je nach den örtlichen Grundlagen verschieden mächtig, locker oder fest, rein oder durch Sande verunreinigt, erdig, schlammig, breiig oder pulverig sind. Die größte Mächtigkeit — es werden 6 m angegeben

— erlangen sie in den Hochmoorbecken, wo sie sich über die Horizontale emporwölben. Da das Land sehr holzreich ist, werden die Torfe nur sehr selten gestochen. Auf die auch mit der Vermoorung einhergehende Sumpfgasbildung sind wahrscheinlich die *Irrlichter* zurückzuführen, die man gelegentlich auf sumpfigen Wiesen beobachtet, blasse, bläuliche, dampfartige Lichterscheinungen, die sich mit wechselnder Geschwindigkeit bewegen, bald verlöschen, bald wieder von neuem erscheinen. In den Sumpfwäldern findet die Zersetzung des fallenden Geästes, der stürzenden Stämme und der absterbenden niedrigen Vegetation nicht mehr ausschließlich unter Wasser statt. Neben der Vermoorung beteiligen sich auch Fäulnisvorgänge an dem Umwandlungswerke. Daher der eigentümliche *Fäulnisgeruch* mancher Waldsümpfe, daher die einheimische Ortsbezeichnung *Guiloje Boloto*, fauler Sumpf. Fäulniserscheinungen liegen vermutlich einer zweiten, eigentümlichen Lichterscheinung zugrunde; in Herbstnächten verbreiten Brocken fauligen Holzes ein fleckenförmig auftretendes, sehr helles *opalartiges Licht*; sie bewahren diese Leuchtkraft längere Zeit. Werden durch die Verlandung die offenen Wasserflächen eingeengt, so wird durch die Bodenzunahme das Grundwasser auf einen größeren Raum verteilt. Unter Beteiligung immer weniger an das Wasser als Standort gebundener Pflanzengemeinschaften — Wasserpflanzen, Sumpfgewächse, Moor, Wald — führt die Pflanzenwelt einen Kampf gegen die überreichlichen, abflußlosen Gewässer der Sumpfseen. Ursprünglich, nach dem Abschmelzen des Eises, waren diese von Seen erfüllt. Mit dem Einzuge der Vegetation setzte dann die Verlandung und die Vermoorung ein. Das nachweislich starke Einschrumpfen der Seen und die heute vorliegende starke Waldbewachsung lehren, daß dieser *natürliche Entsumpfungsprozeß* schon weit vorgeschritten ist.

Im Frühjahr und im Frühsommer erobern die stehenden Gewässer für einige Zeit einen großen Teil ihres früheren Besitzes zurück; dann werden die Flachmoore und Wiesen überflutet und die Seen und Teiche dehnen sich aus. Im Hochsommer dagegen ziehen sich die Gewässer zurück, und mancher Sumpf wird bequem zugänglich. Der Winter hebt durch Bodenfrost und Schneedecke alle Unterschiede zwischen dem Sumpf- und dem trockenen hohen Lande und insbesondere die Unwegsamkeit der Sümpfe auf.

Die Sümpfe und ihre an Wäldern reiche Umgebung bieten einer reichen *Tierwelt* Zuflucht und taten es in noch höherem Maße, ehe der Mensch in die Wildnis eindrang. Im Bjelowiescher Walde wird noch ein Restbestand des ehemals verbreiteten Wisent gehegt, eine Zier der Beresinawälder ist der Elch. Rothirsch und Reh sind verbreitet. Von den Räubern wären Wolf und Bär, Fuchs, Otter, Iltis und die beiden Marder zu nennen. Trockene, steppenartige Flächen

am Rande der Pripetsümpfe werden von der Zieselmaus durchwühlt. Außer dem Hasen und dem wilden Kaninchen kommt der Schneehase vor. Schneehuhn, Auer-, Birk- und Haselhuhn brüten am Sumpfe. Zur schwarzen und grauen Krähe gesellt sich der paarweise erscheinende Kolkrahe und die Blaurake. Alle Spechtarten sind vertreten, Meisen und Baumläufer gemein. Eisvogel und grauer Reiher befischen die Gewässer, in deren Schilfdickichten Stock- und Krickente hausen. Bekassinen und Schnepfen streichen über die Sumpfflächen. Wacholdergebüsche nähren Wacholderdrosseln und Schwärme des bunten, bei uns seltenen Seidenschwanzes. Eichel-, Tannenhäher und Elster fehlen nicht. Die Raubvogelwelt ist hauptsächlich durch Bussard, Turmfalk und Sperber vertreten. Störche sind in den Pripetsümpfen ungemein häufig; sie horsten kolonienweise in den Kiefernkrönen der Sumpfinselfen.

Für den Menschen waren die größeren Sumpfgebiete zunächst unwegsame, völkertrennende Wildnisse. Die Pripetsümpfe bilden noch heute ein Grenzgebiet zwischen den Sitzen der Ukrainer, Weißrussen, Polen und Großrussen. Die Memel-Narew-Sümpfe trennen das litauische vom weißrussischen Volksgebiet. Der Bjelowiescher Wald und die heute stark geschrumpften podlachischen Wälder waren vor langer Zeit eine Grenzwaldung zwischen dem polnischen und dem russischen Reiche. Noch heute trennen sie wesentlich verschiedene Wirtschaftsgebiete. Bei den Pripetsümpfen wurden zuerst nur die Randgebiete und die größeren Inseln im Saume der Sümpfe besiedelt. Rings um das Becken zieht sich eine Kette alter Städte entlang. Der südwestliche Abschnitt (um Kowel), in dem trockenes Land große Flächen einnimmt und sumpfigem Boden das Gleichgewicht hält, war für die Besiedlung am meisten geeignet und hat sich daher mit Kolonialdörfern überzogen. In den übrigen Abschnitten liegen Dörfer und Gehöfte einsam in weiter Verstreung. Die eigentlichen, vollständig unwirtlichen Teile wurden anscheinend zuerst von Pelzjägern durchstreift. Kiewer Jägern, die von dem Dörfchen Rokitno aus in einen der wildesten Abschnitte eindringen (im Südosten), ist vermuthlich die später auf das Gesamtgebiet angewendete Bezeichnung Rokitnosümpfe zuzuschreiben. Überall haben die Siedler natürlich mit ihren Mitteln lokale Entwässerungsversuche vorgenommen und Streifen von Sumpfland in Wiesen- und Ackerland verwandelt.

Die ersten großzügigen Kulturarbeiten galten aber nicht der Trockenlegung, sondern einem von Natur aus näher liegenden Ziele, der *Erschließung der meerverbindenden Wasserwege*. Sie war mit weniger Mühe durchzuführen, denn die drei großen Stromsysteme treten an verschiedenen Stellen in nächste Nachbarschaft und werden durch niedriges Sumpfgelände geschieden. In den Pripetsümpfen ist der Pripet sowohl der Memel (Jasiolda und Schtschara) als auch der Weichsel

genähert (Bug). Im Augustowoer Abschnitt der Memel-Narew-Sümpfe aber nähert sich die Memel dem Bobr. Die Überwindung der kurzen sumpfigen Wasserscheiden machte es möglich, alle drei Ströme aneinanderzuschweißen und einen doppelten Wasserweg vom Schwarzen Meere zur Ostsee zu schaffen. Im Jahre 1764 wurde das große Werk als Privatunternehmen mit dem Bau des nach seinem Erbauer genannten 50 km langen Oginskikanales begonnen. 1775 war der 60 km lange Dniepr-Bug-Kanal hergestellt. Dem Verkehr übergeben wurde der Oginskikanal erst im Beginn des 19. Jahrhunderts, nachdem das Land in russischen Besitz übergegangen war. Die durch diesen Wechsel verminderte Bedeutung der Wasserwege für den großen Verkehr hat leider einen der Zeit entsprechenden Ausbau verhindert.

Die große, das ganze Sumpfgebiet betreffende *Entsumpfung* wurde 1873 in Angriff genommen. Die russische Regierung schickte eine Expedition unter General Zylinski an den Pripet, welche die Natur der Sumpfgebiete untersuchen und Wege ermitteln sollte, mittels deren man die sumpfigen Ödländereien und die nutzlosen Sumpfwälder in Acker- und Wiesenland und in Forsten verwandeln könnte. In 140 Bohrlöchern und 250 Schurfschächten wurde der Untergrund untersucht, durch Nivellements wurde festgestellt, daß bei geeigneter Wasserverteilung die natürlichen Abflußrinnen zur vollständigen Entwässerung genügen würden. Während man die Flüsse korrigierte und vertiefte und große Entwässerungskanäle anlegte, wurden Erfahrungen über die Hochwässer gesammelt und gleich verwertet. Diese großen Arbeiten führte der Staat aus, den Privatbesitzern lag es ob, die lokale Entsumpfung durch Anlage von Gräben und die Ableitung des Wassers nach den staatlichen Grabensystemen vorzunehmen. Die Entsumpfung ging systematisch den Pripet aufwärts; sie hat kaum ein größeres Sumpfgebiet unberührt gelassen. Bereits nach 10 Jahren verkündete der amtliche Bericht günstige Erfolge, die Gewinnung guten Wiesenlandes, nutzbarer Wälder und Ackerlandes, deren jährlicher Ertrag mit 7,4 Millionen Rubel veranschlagt wurde. Allem Anscheine nach haben sich aber die Hoffnungen, die man an diese ersten Erfolge knüpfen konnte, nicht erfüllt, mindestens nicht für die westlichen Pripetsümpfe. Denn hier dehnt sich nach wie vor nutzlose Sumpfwildnis über riesige Strecken aus; die Besiedlung ist nicht gestiegen, die Kanäle haben sich mangels privater Beteiligung nicht zu einem engen Netze verdichtet. Eine rasche Kultivierung dieses immensen Gebietes ist in absehbarer Zeit gar nicht zu erwarten in einem Lande, dessen Land- und Forstwirtschaft so wenig entwickelt ist und dessen Boden außerhalb der Sumpfgebiete mit geringerer Mühe zu hebende Schätze enthält.

Die Entsumpfung ist aber insofern von einschneidender Bedeutung geworden, als gleichzeitig mit ihr sich das westrussische *Straßen- und Eisen-*

bahnnetz auf die Pripetsümpfe ausgedehnt hat. In Brest-Litowsk treffen sich die am Rande der Sümpfe verlaufenden großen Bahnlinien, die Moskauer und die Kiewer. Von Brest aus zieht eine der Hauptbeckenachse und dem Pripet folgende Längslinie über Pinsk nach Gomel; eine zweite, ihr parallel laufende verbindet Kowel mit Kiew. Zwei Querbahnen, deren westliche den Militärbahnhof und die Truppenlager von Baranowitschi mit der Festung Rowno verbindet, verknüpfen die vier ostwestlichen Stränge und vollenden das vorzügliche Netz, das der Unwegsamkeit der Pripetsümpfe ein Ende gesetzt hat. Daß diese großartige Anlage wesentlich von militärischen Gesichtspunkten geleitet wurde, ist leicht zu erkennen. In diesem Kriege ist sie von nicht unwesentlichem Einflusse auf den Verlauf unserer Ostfront gewesen.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1916

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Karl Scheel,
Berlin-Charlottenburg,

Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

Wie üblich, ist ein Auszug aus dem dem Kuratorium der Reichsanstalt erstatteten Tätigkeitsbericht in der Zeitschrift für Instrumentenkunde 37, S. 70—78, 91—103, 120—132, 1917, erschienen. Der Bericht läßt eine gegen das Vorjahr noch gesteigerte Inanspruchnahme der Reichsanstalt durch den Krieg erkennen. Die wenigen Beamten, die der Reichsanstalt verblieben sind, waren teils mit besonderen Kriegsaufgaben betraut, teils mit Prüfungen unmittelbar oder mittelbar für Kriegszwecke beschäftigt. Von solchen Prüfungen werden genannt: Stoppuhren für ballistische Messungen, Endmaße für Artilleriewerkstätten, Zwerglampen für Taschenbatterien, Spiritus- und Benzolglühlampen, elektrische Normallampen, Manometer, Aneroide, Thermometer, insbesondere solche für Feldwetterstationen sowie Fieberthermometer, Zähigkeitsmesser für Kriegsschiffe. Ferner wurde eine umfangreiche Untersuchung von Brillengläsern, wie sie für das Heer Verwendung finden, in bezug auf Brechkraft und Astigmatismus in der Achse sowie für verschiedene Blickneigungen vorgenommen.

Demgegenüber sind die Friedensarbeiten der Reichsanstalt ganz erheblich zurückgetreten, wenn sie auch nicht völlig geruht haben, wie man im folgenden erkennen kann. Wir gehen nun auf die Arbeiten der Reichsanstalt im einzelnen ein.

Abteilung I für Optik.

Energieumsatz bei photochemischen Vorgängen in Gasen.

Im Anschluß an die vorjährigen Versuche mit Bromwasserstoff wurden jetzt Messungen an Jodwasserstoff angestellt, dessen Photolyse nach den bis jetzt gewonnenen Ergebnissen ein ähnliches Verhalten zeigt wie die des Bromwasserstoffs. Eine besondere Schwierigkeit bot die Darstellung

des Jodwasserstoffs, die aber nach einem hier nicht näher zu beschreibenden Verfahren vollständig behoben wurde.

Lichteinheit¹⁾.

Die wichtigste Eigenschaft einer Einheit ist ihre Reproduzierbarkeit. In dieser Beziehung genügt die in Deutschland gebräuchliche auf die Hefnerlampe gegründete Lichteinheit, die Hefnerkerze, den praktischen Bedürfnissen, wenn sie auch viel weniger genau reproduzierbar ist, als die Siemenssche Quecksilbereinheit des elektrischen Leitungswiderstandes.

Dagegen erfüllt die Hefnerkerze die zweite Forderung, die man an eine Einheit stellen muß, möglichst rationell zu sein, nur in geringem Grade und auch hierin ist sie den elektrischen Einheiten, die auf der Grundlage des absoluten Maßsystems aufgebaut sind, weit unterlegen. Die Konstruktion, das Material und die Dimensionen der Lampe, die Wahl des Brennstoffs, die Flammhöhe, der Feuchtigkeitsgehalt der Luft, in welcher die Lampe brennen soll, all dieses stellt ein solches Maß von Willkür dar, daß eine derartige Einheit nicht auf internationale Annahme, geschweige denn auf unbegrenzte Dauer rechnen kann.

Rationeller ist schon die Viollesche Einheit, welche an die Strahlung des schmelzenden Platins geknüpft wurde. Die Willkür liegt hier in der Wahl des besonderen Materials. Die Strahlung ist bedingt durch die Reinheit des Platins; bei chemisch nicht reinen Blechen zeigten sich Abweichungen von 2 bis 3 %, und da es chemisch reine Metalle nicht gibt, so ist die Reproduzierbarkeit der Einheit in Frage gestellt. Jedenfalls sollten bei der Lichteinheit, damit sie möglichst rationell sei, Materialeigenschaften ausgeschaltet werden.

Nun hat Kirchhoff bewiesen, daß die thermaktive Strahlung in einem gleichförmig temperierten Hohlraum von der strahlenden Substanz unabhängig ist und nur von der Temperatur abhängt. Um eine möglichst rationelle Lichteinheit zu erhalten, wird man dieselbe an die Hohlraumstrahlung anknüpfen müssen. Zur Verwirklichung dieses Vorschlags, der bereits mehrfach gemacht worden ist, geht man in der Reichsanstalt nicht von der Lichtstärke, sondern von der Flächenhelle aus. Unter der Flächenhelle einer leuchtenden Fläche in einer bestimmten Richtung versteht man in der Photometrie die Lichtstärke in dieser Richtung, geteilt durch die Projektion der leuchtenden Fläche auf eine zu dieser Richtung senkrechte Ebene in Quadratzentimetern; die Flächenhelle in der Richtung normal zu einer ebenen Fläche ist dann die normale Flächenhelle. Es wird nun vorgeschlagen, als Einheit der Flächenhelle die normale Flächenhelle der Hohlraumstrahlung von einer festzusetzenden Normaltem-

¹⁾ Vgl. auch E. Warburg, Verh. d. D. Phys. Ges. 19, S. 3—10 (1917).

peratur T_0 zu wählen und als Einheit der Lichtstärke das Produkt aus dieser Flächenhelle und einer Fläche von passender Größe. Nimmt man dafür z. B. $\frac{1}{25}$ cm², so ist Einheit der Lichtstärke die Lichtstärke in normaler Richtung einer ebenen Öffnung von 4 mm² in einem Hohlraumstrahler von der Temperatur T_0 . Die Normaltemperatur kann man vielleicht derart wählen, daß die Einheit der Flächenhelle ungefähr gleich wird der normalen Flächenhelle der gebräuchlichen Metallfadenlampen; dies entspräche etwa $T_0 = 2300^\circ$. Die gewünschte Größe der Lichteinheit erhält man durch geeignete Verfügung über die Größe der Öffnung.

Die Hauptfrage für die Beurteilung der Brauchbarkeit der Methode ist die, ob die Temperatur unabhängig von Materialeigenschaften genau genug ermittelt werden kann. Die nächstliegende Möglichkeit, nämlich die Vergleichung der Intensität verschiedener Wellenlängen im Normalspektrum des Hohlraumstrahlers bei T_0 führt besonders wegen des Mangels an empfindlichen Methoden zur Vergleichung der Intensität verschiedener Wellenlängen im sichtbaren Spektrum nicht zum Ziel. Man umgeht die Schwierigkeit, indem man eine Hilfstemperatur T_1 benutzt, und die Intensität derselben Wellenlänge bei T_0 und bei T_1 durch die lichtelektrische Kaliumzelle von *Elster* und *Geitel* vergleicht. Diese Messung liefert die Differenz der reziproken Temperaturen T_0 und T_1 ; das Verhältnis der Gesamtstrahlungen bei T_0 und T_1 liefert das Verhältnis T_0/T_1 ; aus der Kombination beider ergibt sich T_0 . — Auf diese Weise kann man die Lichteinheit auf $\frac{1}{2}\%$ genau reproduzieren.

Prüfungen von radioaktiven Präparaten.

Im Berichtsjahr wurden im ganzen 57 stark-radioaktive Präparate geprüft, deren Gesamtgehalt 1215 mg Radiumelement entsprach; darunter befanden sich 37 meist ältere Mesothorpräparate mit einem Radiumäquivalent von insgesamt 850 mg. Die verhältnismäßig hohe Zahl derartiger Mesothorpräparate erklärt sich aus deren Verwendung zur Herstellung radioaktiver Leuchtmassen. — An schwach-radioaktiven Substanzen wurde eine Uranerzprobe mittels der verfeinerten Gammastrahlenmethode untersucht, unter Berücksichtigung der Absorption der Strahlung in der Substanz selbst.

Photometrische Prüfungen.

Im Berichtsjahr ist das Optische Laboratorium durch photometrische Prüfungen stark in Anspruch genommen. Besondere Erwähnung verdienen von den Prüfungsgegenständen 60 Spiraldrahtlampen, die bei vorgeschriebener Spannung in eine Dauerprüfung bis zu 2000 Brennstunden genommen wurden. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen. Außer den schon im Vorjahr genannten Zwerglampen wurden nun noch 101 Zwerglampen, welche von 6 verschiedenen Firmen in 10 Reihen zu je 6 bis 15 Stück eingereiht

waren, in Dauerprüfung genommen. Bei einer Serie wurde die Prüfung nach 56, bei einer zweiten Serie derselben Firma nach 5 Brennstunden wegen ungünstiger Ergebnisse abgebrochen. Bei einer dritten Reihe, welche anfangs durchschnittlich 1,6 Watt auf 1 HK mittlere räumliche Lichtstärke beanspruchte, wurde die Prüfung nach 230 Brennstunden beendet; während dieser Zeit waren erst 3 Lampen durchgebrannt. Die übrigen Reihen wurden bis zum Erlöschen sämtlicher Lampen in Dauerprüfung genommen; sie verbrauchten durchschnittlich 1,3 Watt auf 1 HK mittlere räumliche Lichtstärke. Bei allen 101 Lampen lag die Anfangslichtstärke in Richtung der Lampenachse zwischen 0,9 und 4,0 HK; die räumliche Lichtstärke nach etwa 5 Brennstunden betrug im Mittel 0,50 HK.

Von weiteren Prüfungsgegenständen sind bemerkenswert 13 Spiritusglühlichtkörper, ferner auf Veranlassung der Kriegslichtgesellschaft 6 Glühkörper auf Benzolglühlichtbrennern, die von zwei verschiedenen Firmen stammten und einer Dauerprüfung bis zu 100 Brennstunden unterzogen wurden. Die Brenner sind im wesentlichen nach dem Prinzip der Spiritusglühlichtbrenner hergestellt; alle Glühkörper überstanden die Dauerprüfung gut. Endlich wurden 5 Bogenlampen, Dauerbrandlampen mit rauchbildenden Elektroden, auf das Beschlagen der Glocken untersucht.

Leuchtmittelsteuergesetz.

Für Steuerbehörden sind seitens der Reichsanstalt photometrische Prüfungen ungefähr im selben Umfang wie im Vorjahr ausgeführt. Untersucht wurden 60 Metallfadenlampen, 37 Kohlefadenlampen und 12 Kohlenstifte.

Lichtbrechung von Flußspat und Quarz.

Die Messung der Dispersion von Flußspat für ultrarote Strahlen ist im Zweiglaboratorium auf dem Telegraphenberg bei Potsdam fortgesetzt worden. Bei der benutzten Messungsmethode wird für je zwei Spektrallinien die Differenz $\Delta\alpha$ der Einfallswinkel ermittelt, unter denen die Strahlen das Prisma in der Minimumstellung durchsetzen. In sehr eingehender Weise wurde der Einfluß der möglichen systematischen Fehler auf den Wert von $\Delta\alpha$ untersucht. Zu dem Zwecke wurden zahlreiche Beobachtungsreihen zumeist mit den Linien 0,5461 und 1,0922 μ ausgeführt und dabei mehrere Änderungen der Versuchsanordnung vorgenommen. Alle diese Änderungen ließen jedoch keinen Einfluß auf den Wert von $\Delta\alpha$ erkennen; so ergab sich z. B. für die beiden genannten Linien in Luft von 20° und 760 mm Druck als Mittelwert aller Versuchsreihen $\Delta\alpha = 16' 18,8''$ und dabei als mittlerer Fehler der einzelnen Messung nur $\pm 0,8''$. Die Durchmessung der Dispersion mit über das Spektrum gleichmäßig verteilten Linien ist im Gange.

Dioptrische Prüfungen.

Es wurden Glasprismen auf Ebenheit der Flächen und Lichtbrechungsvermögen untersucht

und für optische Probegläser die Krümmungsradien ermittelt.

Untersuchung von Brillengläsern.

Auf Veranlassung des Hauptsanitätsdepots wurde eine größere Anzahl von durchgebogenen Brillengläsern, wie sie im Felde Verwendung finden, auf Brechkraft und Astigmatismus in und außer der Achse untersucht, und zwar wurden beide Größen durch direkte Messung ermittelt, während bisher die Größe des Astigmatismus außer der Achse stets aus dem Brechungsindex des Glases, den Krümmungsradien und der Linsendicke rechnerisch festgestellt worden ist. — Für einige Gläser wurden die gemessenen Werte der astigmatischen Differenzen mit den durch Rechnung aus den Konstanten der Gläser ermittelten verglichen. Es ergab sich eine befriedigende Übereinstimmung.

Abteilung II für Elektrizität.

Kontrolle der Normale.

Die Vergleichung der Normalwiderstände untereinander und der Anschluß der im Schwachstromlaboratorium benutzten Gebrauchsnormale hat in gewohnter Weise eine gute Übereinstimmung mit den früheren Messungen ergeben, so daß größere Veränderungen dieser Widerstände auch im Berichtsjahr nicht aufgetreten sind. — Eine Durchmessung des Stammes der Normalelemente hat ergeben, daß auch der Mittelwert dieser Elemente als unverändert angesehen werden kann.

Starkstromlaboratorium. Prüfungstätigkeit.

Die Prüfungstätigkeit des Starkstromlaboratoriums erstreckte sich wieder auf Meßapparate der verschiedensten Art, daneben aber auch mehrfach auf die Untersuchung von Isolationsmaterialien.

Den Umständen der Zeit trägt die Zulassung von Kriegszählern zur Beglaubigung Rechnung. Bei beglaubigungsfähigen Zählern ist ein vorübergehender, infolge des Krieges notwendiger Ersatz einzelner bisher benutzter Stoffe an den messenden Teilen nur nach Zustimmung der Reichsanstalt zulässig. Derartig abgeänderte Zähler, die als Kriegszähler bezeichnet werden, sind einer Ergänzungsprüfung zu unterwerfen. Fällt nach Friedensschluß die Notwendigkeit der Verwendung von Ersatzstoffen fort, so bestimmt die Reichsanstalt einen Zeitpunkt, nach welchem später angefertigte Kriegszähler nicht mehr beglaubigt werden.

Im Berichtsjahr wurden 13 Kriegszählersysteme vorläufig, 12 endgültig zugelassen. Von den angemeldeten Kriegszählersystemen waren 2 für Gleichstrom, die übrigen für Wechsel- und für Drehstrom. Die Ergebnisse der Untersuchung waren bei den zugelassenen Kriegszählersystemen recht befriedigend, im allgemeinen war nur der Verbrauch in den Stromspulen etwas höher und bei einigen das Drehmoment ein wenig geringer als bei den zugelassenen Friedensausführungen.

An Friedenszählern ist die Untersuchung von 4 neuen Systemen und 9 Änderungen früher zugelassener Systeme erledigt worden. 11 Anmeldungen wurden zugelassen, 2 Anmeldungen abgelehnt. 8 Bekanntmachungen über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfmäster sind herausgegeben.

Untersuchung von Hartgummiersatzstoffen.

Es wurden 19 verschiedene Hartgummiersatzstoffe untersucht, bei deren keinem Rohgummi oder Regeneratgummi zur Herstellung verwendet ist. Zum Vergleich wurden mehrere Proben von mittelgutem Hartgummi herangezogen. Die Untersuchung betraf: 1. Oberflächenwiderstand unter verschiedenen Versuchsbedingungen (nach Abschleifen der Oberfläche, nach 24-stündigem Liegen in Wasser, nach 5-tägigem Liegen in verdünnter Schwefelsäure); 2. Wasseraufnahme; 3. Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure; 4. Einwirkung der Wärme; 5. Bearbeitbarkeit. Das Ergebnis der Arbeit ist, daß 5 der untersuchten Stoffe, nämlich

Cellon, hartschwarz (Rheinisch-Westfälische Sprengstoff-A-G., Cöln),

Eswelit (Gummifabrik Westend, G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt),

Faturan 101 (Kautschukwerke Dr. Heinr. Traun u. Söhne, Hamburg),

Prestonit (Adolf Prestien, Hannover-Linden) und

Tenacit 4 (Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin),

dem Hartgummi im Durchschnitt etwa gleichkommen, teilweise das Hartgummi sogar in einzelnen Punkten übertreffen. Je nachdem man auf die eine oder die andere Eigenschaft das Hauptgewicht legt, wird sich unter den verfügbaren Stoffen stets ein geeigneter finden lassen.

Weitere wissenschaftlich-technische Untersuchungen.

Von den wissenschaftlich-technischen Untersuchungen des Starkstromlaboratoriums können die folgenden: Beanspruchung und Schutzwirkung von Spulen bei schnellen Ausgleichsvorgängen; Unterteilung und Wechselstromwiderstand; Prüfmethode für Meßwandler; Messung des Phasenwinkels von Strommeßwiderständen bei technischer Frequenz, die nur die engeren Fachkreise interessieren, hier nur aufgeführt werden. Weitergehendes Interesse beansprucht ein Vibrationsgalvanometer, das bis zu wenigen Perioden in der Sekunde herunter abstimmbare ist; die Abstimmung wird nicht durch Spannen einer Schraube am Instrument, sondern vom Platz des Beobachters aus durch eine elektrische Betätigung vorgenommen. Das Instrument ist nach dem Rubensschen Prinzip der Nadel im gekreuzten Magnetfeld gebaut. Die Nadel besteht aus einem dünnen Eisenblättchen mit aufgeklebtem Spiegel-

ehen und ist an einem 4 cm langen und 0,02 cm starken Phosphorbronzedraht in einem Blechrahmen aufgespannt, der durch zwei aufgeschraubte Holzbacken zu einem zylindrischen Einsatz ergänzt wird. Der Einsatz ist zwischen zwei U-förmige Wechselstrommagnete aus geblätterttem legierten Eisen gesteckt, welche wiederum zwischen den Schenkeln eines größeren U-förmigen Gleichstrommagneten liegen. Die Dämpfung der Nadel wird durch ein verschiebbares Kupferklötzchen bewirkt.

Schwachstromlaboratorium.

Das Schwachstromlaboratorium war in der gewöhnlichen Weise durch die Prüfung von Widerständen, Normalelementen, Trockenelementen, Akkumulatoren, Kondensatoren und Kapazitätsätzen reichlich beschäftigt. Die Normalwiderstände von 0,0001 bis 100 000 Ohm wurden durch Vergleichung an die Widerstandseinheit der Reichsanstalt angeschlossen. Die Abweichungen sämtlicher Widerstände gegenüber den bei der letzten Vergleichung erhaltenen Werten liegen innerhalb der gewohnten kleinen Grenzen. Größere Abweichungen sind nicht zutage getreten.

Magnetisches Laboratorium.

Die Prüfungstätigkeit des Laboratoriums war nur verhältnismäßig gering. Für die im wesentlichen bereits abgeschlossenen Untersuchungen über die magnetischen Eigenschaften, Dichte und spezifischen Widerstand der Legierungen von Eisen mit Kohlenstoff, Silizium, Aluminium und Mangan wurden noch einige Kontrollmessungen ausgeführt. Das sehr umfangreiche Beobachtungsmaterial soll jetzt veröffentlicht werden.

Nachdem durch die Beschlagnahme des Wolframs für Heereszwecke die weitere Herstellung von Wolframstahlmagneten unmöglich geworden war, wurde eine systematische Untersuchung über den Ersatz von Wolframstahl durch Chromstahl für permanente Magnete begonnen und zum Teil schon erledigt. Zur Verfügung standen 37 Legierungen mit verschiedenem Chrom- und Kohlenstoffgehalt, die durch wiederholte Erwärmung und Abkühlung sowie durch Erschütterungen gealtert und dazwischen wiederholt magnetisch untersucht wurden. Es ergab sich bisher das erfreuliche Resultat, daß die magnetischen Eigenschaften von passend gewählten und bei geeigneten Temperaturen gehärteten Chromstählen denjenigen der gewöhnlichen Wolframstähle nicht nachstehen, wenn sie auch diejenigen der allerbesten Wolframstahlorten nicht ganz erreichen; auch Haltbarkeit und Temperaturkoeffizient des magnetischen Moments scheinen den berechtigten Anforderungen der Technik durchaus zu genügen.

(Schluß Heft 47.)

Zuschriften an die Herausgeber.

Noch einmal die „denkenden Tiere“.

In Heft 10 des 17. Jahrganges dieser Zeitschrift fällt Prof. Doflein ein vernichtendes Urteil über die Theorie der „denkenden Tiere“, die auf Grund der Beobachtungen an den Elberfelder Pferden und dem Mannheimer Hunde „Rolf“ von einer Anzahl Forscher verfochten wird. Wer vor dem Studium des Dofleinschen Aufsatzes gehofft hatte, er werde in ihm eine klare, gut fundierte Widerlegung der von ihm bekämpften Ansichten, verbunden mit einer Erklärung der beobachteten Phänomene finden, der mußte sehr enttäuscht werden. Prof. Doflein stützt nämlich sein vernichtendes Urteil auf einen einzigen kurzen Besuch bei einer „Vorstellung“ des Hundes „Rolf“. Weder hat er Gelegenheit gehabt, die vielen und verschiedenartigen unwissenschaftlichen Versuche, die doch das Hauptglied in der Beweiskette für die Realität der Erscheinungen bilden, nachzuprüfen, noch hat er die Elberfelder Pferde gesehen, geschweige denn mit ihnen gearbeitet. So entbehrt sein Urteil der positiven Grundlage, es ist rein gefühlsmäßig gefällt. Denn die Punkte, die ihm bei seinem Besuch bei „Rolf“ verdächtig und für eine Beeinflussung des Hundes durch die Herrin zu sprechen schienen, sind den Verteidigern „Rolfs“ schon am ersten Tag aufgefallen. Man wählte darum die unwissenschaftlichen Versuche, um diese Übertragungsmöglichkeiten auszuschalten, unwirksam zu machen. Bei den Elberfelder Pferden aber fallen sie von vornherein weg. Ich habe mich nur schwer entschlossen, auf den Artikel Prof. Dofleins zu antworten, denn wenn man seit langen Monaten ununterbrochen dacht am Feinde wohnt, wenn man täglich die ungeheure Größe, die Schrecken des Krieges vor Augen hat, erscheint einem eine solche akademische Diskussion als klein und nichtssagend. Wenn ich mich dennoch zu einer, wenn auch nur ganz kurzen Antwort aufgerafft habe, so hat mich dazu die Besorgnis getrieben, es könne das ganze große, so außerordentlich interessante Problem, das mit den „denkenden Tieren“ aufgerollt worden ist, durch solche, von führenden Persönlichkeiten in der Naturwissenschaft abgegebene apodiktische Urteile aus der Wissenschaft gedrängt werden; in den Ruf der „Spielerei“ kommen. Zweitens aber trifft mich der Aufsatz Prof. Dofleins in meiner Eigenschaft als Forscher, da er mir wie den anderen Verteidigern der „denkenden Tiere“ Mangel an methodologischem Untersuchen, Kritiklosigkeit u. dgl. m. vorwirft.

Wer sich der Mühe unterzieht, die Literatur dieses ebenso heiklen wie interessanten Problems zu studieren, der wird finden, daß trotz oder besser wegen der sehr schwierigen Untersuchungsbedingungen eine große Anzahl Versuche unter Anwendung strengster wissenschaftlicher Methodik gemacht worden sind, die alle darauf hinauszielen, eine Beeinflussung des arbeitenden Tieres durch seine Umgebung auszuschließen. Er wird immer wieder lesen können, daß ich persönlich, wie eine Reihe anderer Autoren, immer wieder auf die Notwendigkeit hingewiesen habe, die Unterrichtsversuche an Tieren zu wiederholen, fortzusetzen, zu erweitern, um besseren Einblick in das Problem zu gewinnen. Der Ausbruch des Weltkrieges hat eine ganze Reihe vielversprechender Versuche, die auf Seite der Anhänger begonnen wurden, unterbrochen, einige konnten auch erfolgreich fortgesetzt werden. Wer über das Problem urteilen will, muß wissen, daß man durch strengste Versuchsbedingungen jede Zeichengebung aus bekannter, bewußter oder unbewußter

Art vom Menschen zum Tier ausschließen konnte, so daß man per exclusionem zu dem Schluß kommen mußte, daß die beobachteten Erscheinungen nur auf selbsttätiger Denkfähigkeit der Tiere beruhen können. Nur eine einzige andere Erklärungsmöglichkeit ist noch diskutabel, und diese liegt auf dem Gebiet der Telepathie, der Erscheinungen des Unterbewußtseins. G. Harter¹⁾ vertritt diese mediumistische Theorie, indem er die Klopfsprache der Tiere mit der der klopfenden Tische, mit den Äußerungen beim Planchetteschreiben usw. vergleicht. Es ist hier nicht der Platz zur Diskussion der Harterschen Einwände; ich erwähne sie deshalb, weil sie die einzigen sind, die bei den unwissentlichen Versuchen noch nicht völlig ausgeschaltet werden konnten. Schließlich aber würde die Annahme eines unterbewußten Konnexes zwischen tierischem und menschlichem Unterbewußtsein doch nur dazu dienen, das Problem zu erweitern, gleichzeitig allerdings auch zu komplizieren. Das Gebiet des Unterbewußtseins war ja bisher für die Wissenschaft eine ziemliche terra incognita, seine Bearbeitung lag und liegt in der Hauptsache in den Händen von „Laien“ oder von Forschern, die von der offiziellen Wissenschaft nicht als voll genommen werden. Vielleicht stehen wir aber trotzdem vor einer neuen vergleichenden Psychologie nicht nur des Ober-, sondern vor allem auch des Unterbewußtseins. Für mich persönlich steht jedenfalls das eine fest: Meine eigenen Versuche allein schon mußten in mir die Überzeugung festigen, daß bei den Antworten der Tiere eine bewußte oder unbewußte Zeichengebung bekannter Art völlig ausgeschlossen ist. Eine große Reihe von anderen Autoren ausgeführter Versuche (Ziegler, Wolff, Haenel u. a. m.) führt zu demselben Ergebnis. Diese Stufe der Erkenntnis ist trotz aller Angriffe der Gegner erreicht, von hier aus heißt es weiterbauen.

Niemand wird es Prof. Doflein verbieten wollen, wenn er persönlich zur Überzeugung gekommen ist, die Theorie der „denkenden Tiere“ sei falsch. Sehr bedauerlich aber für den weiteren Fortschritt in dem Problem ist es, daß ein sonst so gewissenhafter Forscher, wie Prof. Doflein, auf Grund eines einzigen kurzen Besuches beim Hunde „Rolf“, ohne Kenntnis der Elberfelder Pferde, ohne irgendeine Nachprüfung der als beweisend aufgeführten Versuche vorgenommen zu haben, mit dem Gewicht seines wissenschaftlichen Namens das ganze Problem herabsetzt, indem er von „Spielerei“, „Narretei“ spricht, indem er den Verfechter der Theorie ein Fehlen wissenschaftlichen Untersuchungsvermögens vorwirft. Die Forscher, die für das Problem ihren Namen eingesetzt haben, sie haben gewußt, welches Wagnis sie unternehmen. Sie haben erkannt, daß hier ein noch unbekanntes Gebiet von größter Tragweite für die Naturwissenschaft vorliegt, sie haben ihr Urteil auf gewissenhafte, mühevollen Versuche gegründet, unbekümmert um Angriffe, Hohn und Spott von seiten ihrer Kollegen aus dem Lager der Gegner. Sollte man ihnen nicht dankbar sein, daß sie durch Aufwerfen eines neuen Problems gewagt haben, an die Pforte der Erkenntnis zu rühren, selbst wenn ihre anfänglichen Schlüsse später hier und dort geändert oder erweitert werden mußten? Die Geschichte der Naturwissenschaft lehrt uns, daß Bescheidenheit im Urteil gegenüber den Erscheinungen der lebenden Welt eine der ersten Pflichten des Forschers ist, Bescheidenheit und unvoreingenommenes, gut begründetes Urteil vor allem auch, wenn es gilt, neue

Erscheinungen zu betrachten, die mit den bisherigen wissenschaftlichen Ansichten und Erfahrungen scheinbar nicht im Einklang stehen. Helmholtz hat die Aviatik als unmöglich errechnet, die Röntgenstrahlen wurden anfänglich nicht geglaubt, die Wüschelrute lange Zeit verspottet — das kommende Jahrzehnt wird es erweisen, ob wir denen nicht dankbar sein müssen, die es gewagt haben, für die Anerkennung eines neuen Problems ihren wissenschaftlichen Namen einzusetzen, wie in unserem Falle für eine neue Auffassung der Tierpsychologie.

Im Felde, den 22. September 1917.

Privatdozent Dr. K. Gruber.

Erwiderung auf Dr. Grubers Kritik.

Der Aufforderung der Redaktion entsprechend, bin ich gerne bereit, auf die Entgegnung Dr. Grubers zu antworten, um so mehr, als er in so maßvoller und kollegialer Art seinen Standpunkt verteidigt.

Was er im Schlußabschnitt seines Aufsatzes sagt, kann ich durchaus anerkennen. Ich habe in meinem Artikel dem Sinne nach ja selbst ausgesprochen, daß es ein Verdienst war, die Frage nach dem „Geistesleben“ höherer Tiere zur Erörterung zu bringen. Gewiß müssen solche Probleme aufgestellt und in Angriff genommen werden, gewiß sollen wir uns dessen bewußt bleiben, daß „es mehr Dinge im Himmel und auf Erden gibt, als unsere Schulweisheit träumt“. Es ist sicherlich anzuerkennen, wenn jemand wie Dr. Gruber ernste Arbeit und Mühe auf eine so schwierige Aufgabe verwendet.

Wer die tierische Abstammung des Menschen anerkennt, wird sich fragen müssen, ob und wo der Übergang von den Reaktionen der Tiere zu den geistigen Leistungen des Menschen sich nachweisen läßt. Jeder Versuch, dies schwierige Gebiet aufzuhellen, sollte begrüßt und unterstützt werden. Und so haben wir Biologen wohl alle mit Interesse jene Beobachtungen an Pferden und Hunden verfolgt, welche im letzten Jahrzehnt die Aufmerksamkeit weiter Kreise erregten. Die in der Biologie vorherrschenden theoretischen Anschauungen waren durchaus der Annahme günstig, es könnten bei höheren Tieren den menschlichen geistigen Tätigkeiten ähnliche Erscheinungen nachweisbar sein.

So wurden denn die Anfänge der von Laien unternommenen Untersuchungen über das „Denken“ von Tieren von vielen von uns durchaus ernst genommen.

Als aber das Gebiet, welches von der Denkfähigkeit der Pferde und Hunde beherrscht werden sollte, immer bizarrere Dimensionen annahm, mußten die Zweifel sich immer stärker regen. Was die Tiere leisten sollten, ging über alle Grenzen des Gesetzmäßigen hinaus, das man im Tierleben und in den Vorgängen des menschlichen Seelenlebens bisher kannte. Wie die Tiere immer prompt auf die launigen Einfälle ihrer Untersucher reagierten, das mußte stutzig machen. Sollte hier ein menschenähnliches Seelenleben vorhanden sein, das nach ganz anderen Gesetzen sich aufbaute wie das des Menschen? Lag es nicht viel näher, anzunehmen, daß das viele Menschliche, Allzumenschliche, was hier zum Vorschein kam, nur durch eine bestimmte Apparatur reproduzierte Äußerung menschlichen Seelenlebens sei? Diese Überzeugung wurde einem schon durch die Lektüre der Protokolle der Vorführungen aufgedrängt.

Herr Gruber macht mir zum Vorwurf, daß ich mein Urteil auf einen einzigen kurzen Besuch bei einer „Vor-

¹⁾ G. Harter, Das Rätsel der denkenden Tiere. Bei W. Braumüller, 1914.

stellung“ des Hundes „Rolf“ stütze. Nun, wenn mir ein kurzer Besuch bei scharfer Beobachtung eine Lösung des Problems aufzwang, wozu sollte ich dann Zeit und Arbeit an weitere Besuche verschwenden, wenn ich noch dazu bedachte, wie alle kritischen Versuche durch die Umgebung des Hundes erschwert und womöglich verhindert wurden. Ich habe den Versuch gemacht, die Pferde des Herrn Krall zu sehen und zu studieren; es konnte dies mir aber von ihrem Besitzer nicht ermöglicht werden.

Zudem habe ich in den letzten Jahren viele Beobachtungen an anderen Tierarten und Tierindividuen gemacht, welche mir die Deutung des Beobachteten ermöglichten. Gerade die für die Erklärung des Rechnens und Lesens der Hunde und Pferde so wichtigen „Signalreaktionen“ der Tiere hatte ich eingehend studiert.

Dr. Gruber versucht gar nicht, meine Erklärung der bei dem Hund Rolf beobachteten Vorgänge zu widerlegen. Er stützt sich auf die sogenannten „unwissentlichen Versuche“, die von ihm und anderen Untersuchern durchgeführt wurden. Gerade deren Methodik ist aber durchaus nicht einwandfrei. Schon die bloße Lektüre der Protokolle über „unwissentliche Versuche“ weist den in den Methoden der experimentellen Psychologie Erfahrenen auf viele Fehlerquellen hin. So vermisste ich in ihnen jede Angabe über die für die Säugetiere so charakteristischen Signalreaktionen. In keinem der Protokolle steht z. B. irgendeine Bemerkung über die Ohrbewegungen der Pferde. So bin ich durchaus berechtigt, von unvollkommener Methodik und Kritiklosigkeit bei den Experimenten zu sprechen.

Prof. Dr. Karl Marbe hat in seiner ausgezeichneten Untersuchung über die Schimpansin Basso¹⁾ mit größter Sicherheit nachgewiesen, daß bei diesem Tier unbewußte Zeichengebung die Leistungen erklärt. Er hat in seinem Aufsatz genau die Methode geschildert, welche man anwenden muß, um die Leistungen „denkender Tiere“ aufzuklären. Wenn Dr. Gruber diese Methoden anwenden will, so wird er sich bald überzeugen, daß man nicht auf *Telepathie* und ähnliche ganz unsichere und unwahrscheinliche Annahmen zurückzugreifen braucht, um die Leistungen der Pferde und Hunde zu erklären. Vielleicht wird er dann auch nicht mehr Röntgenstrahlen und Wünschelrute in einem Atem nennen.

Er wird sich überzeugen, daß wie das Tischrücken und die Wünschelrute, so auch die von den Anhängern der „denkenden Tiere“ geübte Form der Tierpsychologie ein Kapitel aus der Menschenpsychologie darstellt. Ich gebe gern zu, daß mein Urteil „gefühlsmäßig“ war, als ich aus der Antwort des Hundes die seelische Eigenart des die Vorführung leitenden Menschen herauslas. Die „positive Grundlage“ für mein Urteil bildete aber die Beobachtung der im Falle Rolf teils unbewußten, teils wohl auch bewußten Zeichengebung.

Ich bin überzeugt, daß auch bei den sogenannten unwissentlichen Versuchen eine Zeichengebung, die wohl sicherlich vollkommen unbewußt geschieht, sich wird nachweisen lassen.

¹⁾ Marbe, K., Die Rechenkunst der Schimpansin Basso im Frankfurter Zoologischen Garten nebst Bemerkungen zur Tierpsychologie und einem offenen Brief an Herrn Krall. In: Fortschritte der Psychologie und ihrer Anwendungen 4. Band 3. Heft 1916 S. 135.

Meine Stellungnahme gegen die sogenannte Tierpsychologie der Anhänger der denkenden Tiere ist durch meine eigenen Erfahrungen über das „Denken“ von Tieren bedingt. Nur in zeitraubender Arbeit bei methodischer Forschung gelingt es, in das wirkliche Seelenleben der Tiere einzudringen. Dann kann man aber wichtigere und erstaunlichere Gesetzmäßigkeiten entdecken, als jene, die in den angeblichen Gesprächen der Tiere über das Rotkäppchen, über Weihnachten, über Politik, Krieg und Frieden oder im Briefeschreiben liegen sollen.

Ich bleibe dabei, daß dies letztere „Narretei“ und „Spielerei“ ist.

Wenn aber ein Zoologe, wie Dr. Gruber, der Liebe und Verständnis für Tiere hat, mit einer bewährten Methodik, wie sie z. B. Prof. Marbe ausgearbeitet hat, an die Untersuchung der Tierseele herantritt, so wird er sicher einwandfreie Ergebnisse erhalten, welche viel wichtiger und bedeutsamer sein werden, als die amüsanten Geschichten, welche jetzt noch vor allem über den Mannheimer Hund im Umlauf sind.

Freiburg i. Br., den 14. Oktober 1917.

Prof. Dr. F. Doflein.

Entomologische Mitteilungen.

Beiträge zur Biologie der sternförmigen Schmierlaus.

(J. Jablonowski, Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten, 27. Bd., Jahrg. 1917, Heft 1, S. 1—18.) Direktor J. Jablonowski, der Vorstand der k. ung. Entomologischen Station in Budapest, fand im Februar 1916 in einem Pflanzenhause der k. ung. Gartenbauanstalt eine der Versuchspflanzen auffallend dicht mit männlichen Schildläusen besetzt, die er anfänglich für die langgeschwänzte Schmierlaus oder Wollschildlaus (*Pseudococcus adonidum* L.) hielt. Es handelte sich aber tatsächlich um einen für Ungarn gänzlich neuen Vertreter der Schildläuse, um die sternförmige Schmierlaus, wie sie Jablonowski nennt (*Pseudococcus nipae* [Mask.] Fern. = *Dactylopius nipae* Mask.). Das Männchen dieser Schmierlaus — daraus resultierte der Irrtum in der Artbestimmung — gleicht in jeder Hinsicht den Männchen anderer Schildläuse; um so eigenartiger ist die morphologische Beschaffenheit des Weibchens: von eiförmiger Gestalt mit etwas erhöhtem Rücken zeigt es seitlich 24 zackige Wachstfortsätze und auch am Rücken eine regelmäßige Anordnung von Wachshöckern. Die Wachsausscheidung, aus der die Seitenzacken und die Rückenhöcker hervorgegangen sind, bedeckt mit einer dünnen Schicht das ganze Tier. Um die randständigen Wachsanhänge vor dem allzu leichten Abbrechen zu schützen, besitzen sie eine gerippeartige Struktur. Diese Gerippegräten bestehen aus demselben Material, wie die Wachshöcker. „Die Wachsausscheidung der Drüsen ist fein und zart; sie besteht zumeist aus zierlich gekräuselten Locken, welche aber sich um die Gerippegräten des Höckers lagern, um die dort schon befindliche Wachsmenge zu vermehren und sie in die Höhe zu heben.“ Daraus zieht Jablonowski, mangels strikter Beweise nur als Vermutung, den Schluß, daß sich die Schmierlaus im Gegensatz zu der Wollschildlaus vom Beginn der Wachsausscheidung an nicht mehr häutet, sondern nur mehr von Zeit zu Zeit die Bauchhaut abwirft. Die weibliche Schmierlaus gebärt — sie unterscheidet sich auch dadurch von ihren Artgenossen — Junge.

Wahrscheinlich paaren sich die Tiere, da der Verfasser um ein ♀ immer eine größere Zahl von ♂ sammelt fand, andererseits wird aber wohl auch bei der sternförmigen Schildlaus die parthenogenetische Vermehrung nach Art der anderen Schildläuse vorkommen. Die Regel ist sie aber sicher nicht; denn *Jablonowski* konnte eine Eiablage nur in seltenen Fällen, und dann offenbar nur unter dem Zwange äußerer mißlicher Verhältnisse, beobachten. Die Fruchtbarkeit der ♀ ist groß, auch bei dieser Laus ist eine Vermehrung nach Hunderten anzunehmen. „Die junggeborene Larve häutet sich während der Geburt und läßt die abgestreifte Haut zusammengeballt mit den Häuten der übrigen jungen Larven in der Nähe der Aftöffnung der Mutter.“ Die Junglarve ist von lichtgelber Färbung und eiförmiger Gestalt und trägt noch keinerlei Wachstüberzug. Erst wenn sie nach kurzem Umherwandern sich festgesetzt hat, „beginnt sie am 2. bis 3. Tage einen zarten Flaumanflug zu bekommen“. Mit dem Wachstum der Tiere hält die Wachsausscheidung gleichen Schritt. In der Jugend ist das Geschlecht der Larven noch nicht bestimmbar, erst wenn die regelmäßige Sternform und die einzelnen Höcker der Wachsausscheidungen der weiblichen Tiere allmählich zu erkennen sind, trennen sich die Geschlechter in ihrem äußeren Habitus: die männlichen Larven behalten ihre längliche Form und ihre schneeweiße Farbe, die weiblichen Larven dagegen werden etwas breiter und ihr Wachstüberzug wird gelblich. Die männliche Larve beginnt dann bald damit, einen Sack zu spinnen, in dem sie sich zur Nymphe (ruhende Puppe) und nachher zum geflügelten Tier verwandelt. Der Nymphensack des ♂ besteht aus demselben Stoff, wie die stern- und höckerförmigen Gebilde des ♀, ist reinweiß und zeigt ein feines, lockeres, filzartiges Gewebe. Die männliche Laus ist kurzlebig, ihre Lebensdauer beträgt nicht mehr wie ein paar Tage. Es ist nicht unwahrscheinlich, und die Beobachtungen *Jablonowskis*, der von Februar bis Oktober kein lebendes ♂ mehr entdecken konnte, würden dafür sprechen, daß die ♂♂ nur zu gewissen Zeiten des Jahres, dann aber massenhaft, erscheinen. Sicher weiß der Forscher über diesen Punkt aber noch nicht zu berichten. — Die sternförmige Schildlaus hat ihre Heimat in Amerika, dort wurde sie im Jahre 1892 von *Maskell* aus Demerara (Engl. Guyana, Südamerika) beschrieben und von anderen Autoren aus Mexiko, aus Massachusetts und Kalifornien bestätigt. Auf den Antillen soll sie sehr verbreitet, auf den Barbados- und Grenada-Inseln (Kleine Antillen) sogar schädlich sein, da sie dort auf dem *Advokatenbaum* (*Persea gratissima*), auf dem *Feigenbaum*, auf der *Weinrebe*, auf dem *Guyjavabaum* (*Psidium*) und auf dem *Brotbaum* parasitiert. Von Amerika aus ist die Laus offenbar nach Belgien eingeschleppt worden, von wo sie als typisches Befallstier aller möglichen *Palmenarten*, wie der *Nipa*, *Kentia*, *Areca*, *Phoenix*-Palmen geschildert wird. Die belgischen weithin bekannten *Palmenzuchtereien* stehen ja mit allen europäischen Ländern in Handelsbeziehungen, und so ist wohl die Annahme berechtigt, daß die Laus von Belgien aus ihre Weiterverbreitung über den Kontinent gefunden hat. Aus der Schweiz, und nun aus Ungarn, wurde ihr Auftreten schon gemeldet. In den gemäßigten Breiten kommt die Laus natürlich nur auf *Palmen* vor, die in Warmhäusern gehalten werden, dort manchmal allerdings so zahlreich, daß die Bestände ganzer Gewächshäuser, so wird aus Belgien gemeldet, von ihr ver-

nichtet worden sind. In Ungarn waren die Schädigungen, wenigstens wenn die Warmhauspflanzen reinlich gehalten wurden, bis heute keine allzu schweren, wenn auch einige *Lalanien*, *Kentien* oder *Areca-Palmen* nach Befall durch die Laus stark vergilbte oder wenigstens gelbgefleckte Blätter aufwiesen. Immerhin rät *Jablonowski* zur Vorsicht, damit die Verbreitung der Laus rechtzeitig eingedämmt werden kann. Wird in dieser Beziehung nichts übersehen, dann kann wohl heute, meint *Jablonowski*, noch verhindert werden, daß dieser amerikanische Schädling durch ein allzu häufiges und zahlreiches Auftreten jemals zu einer gefährlicheren Kalamität für die Warmhaus-Palmenzucht Deutschlands, Österreichs oder Ungarns zu werden vermag.

Über Nadelholzsamen zerstörende Chalcididen. Die *Chalcididen* oder *Zehrwespen* sind eine große, formen- und artenreiche Familie der *Hymenopteren*, die dadurch in forstlicher Beziehung von der größten Wichtigkeit sind, daß die Mehrzahl ihrer Vertreter in den frühen Entwicklungsstadien anderer, zumeist für den Forst schädlicher Insekten parasitieren und dadurch zum natürlichen Regulator mancher Schädlingsplage werden. Die *Chalcididen* sind den *Cynipiden* oder *Galleswespen* sehr nahe verwandt und werden von diesen nur durch die Beschaffenheit ihres Flügelgedärs und die Bauart ihrer Fühler unterschieden. Diese schon im äußeren Habitus begründete nahe Verwandtschaft der beiden Wespenfamilien äußert sich weiterhin noch besonders deutlich in biologischer Beziehung, indem sich in beiden Hymenopterengruppen sowohl zoophage als auch phytophage Formen vorfinden. In beiden Familien sind die zoophagen Vertreter die ursprünglichen Formen, die phytophagen Vertreter dagegen die Ausnahmen, welche erst allmählich zur pflanzlichen Ernährungsart übergegangen sind. Während *Dalla Torre-Kieffer*¹⁾ schon früher auf die phytophage Lebensweise bei den *Cynipiden* hingewiesen hat, hat neuerdings *M. Seitner* die zur pflanzlichen Ernährung übergegangenen *Chalcididen* näher untersucht (*Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen*, 42. Jahrg. 1916, Heft 9/10). *Seitner* hatte die Erfahrung gemacht, daß die Nadelholzzapfen besonders dann reich von Zehrwespen sich befallen zeigen, wenn äußere, anorganische Einflüsse, wie Spätfröste usw., der Zapfenentwicklung nicht günstig gewesen sind. So begann er im Jahre 1911, das diese Prämissen in reichem Maße gezeigt hatte, seine Studien: er zwingerte im Herbst ausgeklengten *Fichtensamen* und *Tannensamen* in Blumentöpfen in Erde ein. Erst im Frühjahr 1914 schlüpfen die Wespen aus dem *Fichtensamen* (bei Zimmerzucht) aus, während die *Imagines* aus dem *Tannensamen* (bei Freilandzucht) eine kürzere, nur ein-, höchstens zweijährige Entwicklungsdauer aufwiesen. Bisher waren in der forstlichen Literatur die *Chalcididen* des *Fichtensamens* und des *Tannensamens* immer wieder als ein und dieselbe Art beschrieben worden. Prof. *Seitner* wurde aber durch seine Untersuchungen belehrt, daß die betreffenden Wespenarten, zwar beide der Gattung *Megastigmus* angehörend, doch zwei scharf voneinander getrennte Arten darstellen, die streng monophag an *Fichten-* bzw. an *Tannensamen* vorkommen. *Seitner* beschreibt die beiden Arten deshalb neu als *Megastigmus abietis* und *Meg. piceae*. Die Entwicklungsdauer von *Megastigmus abietis* erwies sich in den verschiedenen Zuchten trotz gleicher Behandlung nicht als zeitlich genau übereinstimmend, sie schwankte zwischen einer Dauer von

¹⁾ Das Tierreich — *Cynipidae*, Berlin 1910.

2—3 Jahren. Nach *Seitners* Anschauung ist das „am ehesten auf den Einfluß ungleicher Feuchtigkeitsverhältnisse zurückzuführen“. Verf. fügt die interessante Bemerkung bei, daß auch die in Fichtensamen lebende Gallmücke, *Plemobliella abietina* *Seitn.*, eine zwei- bis dreijährige Entwicklungsdauer aufweist. Die Flugzeit erstreckt sich auf etwa 14 Tage bis 3 Wochen und fällt in die Monate Ende April bis Mitte Mai. „Die Flugzeit wird von den Männchen eingeleitet und von den Weibchen beschlossen.“ Die Lebensdauer der Tiere scheint keine allzu kurze zu sein, wenigstens konnte ein Weibchen bei künstlicher Fütterung durch 8 Wochen am Leben erhalten werden. „Der befallene Same läßt sich vom gesunden weder in Farbe, Form, noch sonst irgendwie äußerlich unterscheiden.“ Der Sameninhalt ist schon im Herbst des 1. Entwicklungsjahres vollständig aufgezehrt, die Samenhaut dagegen bleibt unverseht. Die Larve, die durch ihren hellbraunen, paarigen, stark gezähnten Oberkiefer auffällt, häutet sich nur einmal vor der Verpuppung. Mehrere Tage vorher „scheidet sie durch den Anus helle, glänzende, gummhöse Körperchen aus, wodurch eine gründliche Entleerung des Darmes erfolgt“. Die Larve ist durch diese Prozedur rein weiß geworden. Die Puppe ist eine freie Puppe, die Puppenruhe dauert ca. 3 Wochen. „An der anfangs rein weißen Puppe verfärben sich nach einigen Tagen ganz allmählich die Augen und erst später langsam der übrige Körper.“ Die Wespen schlüpfen durch ein kreisrundes Loch aus, „zumeist am stärkeren Ende des Fichtensamens“.

Das biologische Verhalten von *Megastigmus piceae* ähnelt in seinen Hauptpunkten dem von *Meg. abietis*. Nur ist hier die Larvenentwicklung, wie schon eingangs erwähnt, wesentlich kürzer, sie ist nur ein- bis zweijährig. Auch hier befindet sie sich dabei wieder in Übereinstimmung mit einer gleichfalls im Tannensamen lebenden Gallmücke (*Ressliella piceae* *Seitn.*). Männchen schlüpften bei *Meg. piceae* überhaupt nicht aus. Diese Zuchtergebnisse waren nach den Beobachtungen *Seitners* kein Zufall, sondern sie erinnern an ähnliche, bei *Cynipiden* nicht selten vorkommende Erscheinungen. Aus diesem seltenen Vorkommen, vielleicht gänzlichem Fehlen des männlichen Geschlechtes „läßt sich“, meint *Seitner*, „für die Tiere, wenn auch keine reine, so doch vielleicht eine mit Gamogenie alternierende Parthenogenese vermuten“, die zu beweisen allerdings noch einer ganzen Reihe weiterer Zuchten der verschiedensten Herkunft bedürfte. Auch die *Zypressenzapsen* scheinen von einer ganz bestimmten *Megastigmus*-art befallen zu werden, die *Seitner* als *Meg. Wachtli* beschreibt, deren Biologie zu beobachten ihm aber bis heute noch keine Gelegenheit geboten war.

Zur Kenntnis der Carabidenlarven. (*Karl W. Verhoeff*, *Biol. Zentralblatt* 37. Bd., Jahrgang 1917, Nr. 1, S. 14—24.) Die *Laufkäfer* oder *Carabiden*, deren bekannteste Vertreter die verschiedenen heimischen *Goldkäferarten* sind, sind *nützliche Raubinsekten*, die jeder Waldbesitzer und jeder Landwirt gerne auf seinem Grund und Boden dulden wird, weil sie vielerlei Schadinsekten nachstellen und deshalb eine gute „Bodenpolizei“ abgeben. Trotz dieser ihrer praktischen Bedeutung und trotz ihrer relativen Häufigkeit sind unsere Kenntnisse über die vergleichende Morphologie, Biologie und Systematik ihrer

Larvenstadien noch recht lückenhafte. *Karl W. Verhoeff* hat im vergangenen Sommer die Larven mehrerer Carabidenlarven und vornehmlich der in Oberbayern häufigen *Carabus ulrichii* L. und *C. granulatus* L. eingehend untersucht. Die etwa 5½ bis 6½ mm langen Eier von *C. ulrichii* werden in geringer Zahl in der Erde abgelegt. Sie zeigen, da sie ja von ihrer Ablage an gänzlich ohne elterlichen Schutz sind, zur Abwehr äußerer Einflüsse ein sehr widerstandsfähiges, von einem dichten Gitterwerk umspanntes Chorion (cuticulare, hartschalige Hülle). Die aus ihren Häuten ausgeschlüpfte Junglarve ist vorwiegend weißlich gefärbt, die Mundwerkzeuge sind anfänglich nur an den Spitzen gebräunt, sonst von gelblicher Farbe. Die Tiere verschmähten in den Zuchten *Verhoeffs* auch noch einige Tage nach ihrer vollkommenen Ausfärbung, die nach 12 bis 14 Stunden eintritt, hartnäckig jegliche Nahrungsaufnahme. „Die Lösung dieses scheinbaren Rätsels bringt uns eine Untersuchung des Darms der Junglarve, welcher noch einen beträchtlichen Vorrat Dottermasse enthält.“ Ist dieser Dottervorrat aufgezehrt, dann ändern die Larven den Beutetieren gegenüber alsobald ihre Haltung: sie erwachen aus ihrer Gleichgültigkeit und werden sofort offensiv; sie greifen die Nahrungstiere, wie etwa Dipterenlarven, mit großer Hartnäckigkeit an und versuchen ihre mit starken Innenzähnen bewehrten Mandibeln in das Opfer einzuschlagen, und wenn ihnen das einmal nicht gelungen ist, lassen sie unter keinen Umständen wieder los. Die Beute „wird nicht nur von den Mandibeln gehalten, sondern auch zerbissen und gepreßt und die also zugerichteten, von unten her durch beide Maxillenpaare gestützten und betasteten Teile zur Aussaugung gegen die Mundöffnung gedrückt“. Die 1. Larvenhäutung, deren *Verhoeff* im ganzen 3 beobachten konnte, erfolgte 12 bis 15 Tage nach dem Verlassen der Eihaut. Die Jahreszeiten, zu denen die 3 verschiedenen Larvenentwicklungsstadien auftraten, waren bei den Larven der 1. Entwicklungsperiode, welche ihren Abschluß in der 1. Häutung findet, zwischen 30. April und 29. Juni, bei den Larven der 2. Art zwischen 15. Mai und 9. Juni und endlich bei den Larven, welche ihre 3. Häutung durchgemacht hatten, zwischen dem 28. Mai und dem 24. Juli. Diese Zeitangaben verstehen sich natürlich alle für die Zuchten des Verfassers und können wohl im Vergleich mit den Entwicklungszeiten, wie sie in der freien Natur aufeinanderfolgen, eine gewisse künstliche, in den Zuchtverhältnissen begründete Verschiebung erfahren haben. Der Verfasser erzielte bei *Carabus ulrichii* nur in einem einzigen Fall das Nymphen(Puppen)stadium, hier dauerte die Entwicklung vom Schlüpfen aus dem Ei bis zum Abwerfen der letzten Larvenhaut (also bis zum Eintritt des Nymphenstadiums) 70 Tage. Bei den kleinen Exemplaren von *Carabus granulatus* „verlief dieselbe Entwicklungsperiode in etwa 40 Tagen“. Die Nymphen beider *Carabiden* sind von weißer Farbe und „strömen einen scharfen, stechend-aromatischen Wehrduft aus, welcher offenbar denselben Drüsen entstammt, mit welchen sich der entwickelte *Carabus* so energisch zu verteidigen weiß“. Der frisch ausgeschlüpfte Käfer von *C. ulrichii* ist noch zum größten Teil rein weiß und verfärbt sich erst allmählich, dagegen zeigen die Augen, Schienen, Tarsen, Mandibeln und Taster bei *C. granulatus* schon im Moment des Ausschlüpfens eine schwärzliche Tönung.

H. W. Frickhinger, München.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 46.

16. November 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Einsteinsche Gravitationstheorie und die Sonnenfinsternis im Mai 1919. Von *Dr. O. Birk*, Berlin-Potsdam. S. 689.

Besprechungen:

Hartmann, M., und C. Schilling, Die pathogenen Protozoen und die durch sie verursachten Krankheiten, zugleich eine Einführung in die allgemeine Protozoenkunde. Von *H. Da Rocha-Lima*, Hamburg. S. 696.

Eppinger, Hans, Zur Pathologie und Therapie

des menschlichen Oedems. Von *Leon Asher*, Bern. S. 698.

Kraepelin, Karl, Exkursionsflora für Nord- und Mitteldeutschland. Von *E. Ulbrich*, Berlin-Dahlem. S. 698.

Ornithologische Mitteilungen:

Durchquerung der Sahara. Sprechende Wellensittiche. Winterschlaf der Vögel. Das numerische Verhältnis der Geschlechter in der Vogelwelt. S. 698—700.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig

Chemische Krystallographie

Von Professor **Dr. P. von Groth**

I. Teil:	Mit 389 Figuren im Text; VIII und 626 S. gr. 8°. In Leinen gebunden M. 20.— Elemente. Anorganische Verbindungen ohne Salzcharakter. Einfache und komplexe Halogenide, Cyanide und Azide der Metalle, nebst den zugehörigen Alkylverbindungen.
II. Teil:	Mit 522 Figuren im Text; VII und 914 S. gr. 8°. In Leinen gebunden M. 32.— Die anorganischen Oxo- und Sulfosalze.
III. Teil:	Mit 648 Figuren im Text. IV und 804 S. gr. 8°. In Leinen gebunden M. 30.— Aliphatische und hydroaromatische Kohlenstoffverbindungen.
IV. Teil:	Mit 828 Figuren im Text. VIII und 581 S. gr. 8°. Nur geheftet M. 40.— Aromatische Kohlenstoffverbindungen mit einem Benzolringe.
Der V. Teil:	(Schluß des ganzen Werkes) befindet sich im Druck und soll 1918 erscheinen. Aromatische Kohlenstoffverbindungen mit mehreren Benzolringen.

Aus den Besprechungen:

„Wir haben es hier mit einem Fundamentalwerk ersten Ranges zu tun, in dem unser ganzer dormaliger Besitz an krystallographischer Kenntnis der natürlichen und künstlich dargestellten chemischen Elemente und Verbindungen in nuce vollständig dargestellt ist, und das für jeden, der sich mit derartigen Studien befaßt, ein unentbehrliches Hilfsmittel darstellt.“

Centralblatt für Mineralogie.

Ausführliches Verzeichnis der in meinem Verlage erschienenen 195 Bändchen
**Ostwalds Klassiker
der exakten Wissenschaften**
erhalten Interessenten auf Verlangen kostenlos zugesandt.

Mein Jubiläumskatalog 1811—1911
mit 12 Tafeln, 10 Faksimilebeilagen und einem Stammbaum (II, 118 und 447 S. gr. 8°) nebst Jahresnachträgen 1912—1916 steht gegen Voreinsendung des Paketportos kostenlos zur Verfügung.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Technische Thermodynamik

Von

Prof. Dipl.-Ing. W. Schüle

Dritte, erweiterte Auflage der „Technischen Wärmemechanik

Erster Band

Die für den Maschinenbau wichtigsten Lehren nebst technischen Anwendungen

Mit 244 Textfiguren und 7 Tafeln

Preis gebunden M. 16.—

Soeben erschien:

Die Entropietafel für Luft

und ihre Verwendung zur Berechnung der Kolben- und Turbo-Kompressoren

Von

Dipl.-Ing. P. Ostertag

in Winterthur

Zweite, verbesserte Auflage

Mit 18 Textfiguren und 2 Diagrammtafeln

Preis M. 4.80

Soeben erschien:

Die Grundgesetze der Wärmestrahlung

und ihre Anwendung auf Dampfkessel mit Innenfeuerung

Von

Ingenieur M. Gerbel

beh. aut. Zivil-Ingenieur und Dampfkessel-Inspektor

Mit 26 Textfiguren

Preis M. 2.40

Soeben erschien:

Die Grundgesetze der Wärmeleitung

und ihre Anwendung auf plattenförmige Körper

Von

Fritz Krauss

Ingenieur, beh. aut. Inspektor der Dampfkesseluntersuchungs-
und Versicherungs-Gesellschaft a. G. in Wien

Mit 37 Textfiguren

Preis M. 2.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

16. November 1917.

Heft 46.

Die Einsteinsche Gravitationstheorie und die Sonnenfinsternis im Mai 1919.

Von Dr. O. Birck,

Wiss. Hilfsarb. des Kgl. Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam.

Inhaltsangabe: a) Die Deutsche Expedition 1914. Die Finsternis von 1919 als günstiger Prüfstein für Einsteins Voraussagen. Literatur. b) Zustandekommen und Vorausberechnung der Finsternis. c) Das Sichtbarkeitsgebiet der Finsternis. Die Landkarten. d) Die Dauer der totalen Verfinsternung. Verfinsterte Inseln. e) Die auf Einsteinsche Verschiebung zu prüfenden Sterne. f) Gesichtspunkte für die Auswahl des Reiseziels der Expeditionen: Tageszeit, Bevölkerung, Luftunruhe, Transportverhältnisse, Schlafkrankheit. g) Die englischen Reiseziele. h) Besorgnisse wegen der Luftunruhe. Land- oder Seestation? Vorteil Brasiliens.

a) *Die deutsche Expedition von 1914. Die Wichtigkeit der am 29. Mai 1919 bevorstehenden Sonnenfinsternis für die experimentelle Prüfung der Einsteinschen Theorie.*

Nach Einsteins Gravitationstheorie erleidet ein Lichtstrahl eine Krümmung, wenn er ein Gravitationsfeld durchsetzt. Zur experimentellen Prüfung dieser wichtigen Folgerung der Relativitätstheorie bieten sich in erster Linie die totalen Sonnenfinsternisse dar, da wir während dieser in unmittelbarer Nähe des Sonnenrandes Fixsterne beobachten können. Die stärkste Versetzung erleiden Sterne dicht am Sonnenrande, sie beträgt 1,75 Bogensekunden; Sterne im Abstände r vom Sonnenzentrum werden um $1,75 (r_0 : r)$ Bogensekunden versetzt, wenn r_0 den Radius der Sonne bezeichnet. Ortsveränderungen der Sterne von der Größenordnung einer Bogensekunde festzustellen, erfordert sehr vollkommene Hilfsmittel und liegt dann gerade noch an der Grenze des Erreichbaren.

Die ersten Astronomen, die den Entschluß faßten und verwirklichten, eine Expedition eigens zum eben erwähnten Zweck auszurüsten, waren E. Freundlich und W. Zurhellen von der Berliner Sternwarte. Mit einem eigens für diesen Zweck gebauten, aus vier photographischen Fernrohren bestehenden Instrument unternahmen sie Ende Juli 1914 die Reise nach der Krim, um dort, in Feodosia, während der totalen Sonnenfinsternis am 21. August 1914, Aufnahmen des Sternenhimmels in der Umgebung der verfinsterten Sonne zu machen, auf denen sie zum ersten Male eine experimentelle Bestätigung der Einsteinschen Verschiebung zu erlangen hofften. Der Kriegsausbruch vereitelte das Unternehmen. Über das Schicksal der deutschen Finsternisexpedition in Rußland vgl. Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, 50. Jahrg. (1915). S. 52, 56, 76

bis 78, 115—118. Während Zurhellen und Freundlich nach längerer Gefangenschaft heimkehren konnten, befindet sich ihre instrumentelle Ausrüstung noch jetzt in russischem Gewahrsam. Zurhellen fiel im Juli 1916 vor dem Feinde; vgl. den Nachruf in Astronom. Nachr. Bd. 203 (1916), Nr. 4856, S. 131.

Literatur über die astronomische Seite der Einsteinschen Theorie sowie die von englischer Seite für 1919 in Aussicht genommene Expedition:

A. Einstein, Annalen der Physik (4) 35 (1911), S. 908 und (4) 49 (1916), S. 822.

E. Freundlich, Astron. Nachr. Bd. 193 (1913), Nr. 4628, S. 369, sowie dessen Buch „Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie“, Berlin (Springer) 1916, S. 47, endlich: Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, 52. Jahrg., Lpz. 1917, S. 129—151.

W. de Sitter, Monthly Notices of the R. Astronomical Society, vol. 76, S. 699—728, bes. S. 719; fortgesetzt in vol. 77, S. 155—184, London 1916.

F. W. Dyson, Monthly Notices of the R. Astronomical Society, vol. 77, London, März 1917, S. 445.

Ferner in den Heften Nr. 512 und Nr. 515, S. 153 bis 156 und 269 der Londoner Monatsschrift „The Observatory“ (1917) Erörterungen von F. W. Dyson, H. H. Turner, A. R. Hinks und J. Evershed.

Natürlich lag es nach dem Scheitern der Krimexpedition nahe, nicht erst eine neue Finsternis abzuwarten, sondern auf vorhandenen Aufnahmen älterer Sonnenfinsternisse nach Sternen in der Nähe des Sonnenrandes zu suchen, die den Einsteineffekt zeigen könnten. Diese Bemühungen, über die Freundlich, Dyson und Turner l. c. berichten, scheiterten daran, daß jede der untersuchten Platten, die ja zu ganz anderem Zweck aufgenommen waren, hinter den neuartigen Anforderungen in der einen oder anderen Beziehung zurückblieb. Wir besitzen daher auch heute noch keinen experimentellen Beweis für oder gegen die von Einstein behauptete Krümmung der Lichtstrahlen in Schwerefeldern.

Nun entwickelt aber Dyson l. c. den Plan, ausgiebige Vorbereitungen zur Entscheidung der Frage gelegentlich der totalen Sonnenfinsternis zu treffen, die am 29. Mai 1919 in den äquatorialen Teilen Südamerikas, des Atlantischen Ozeans und Afrikas zu sehen sein wird. Gerade diese Finsternis wird, wie Dyson hervorhebt, einen besonderen Vorteil bieten durch die ungewöhnlich große Zahl von hellen Sternen, die in der Nachbarschaft der verfinsterten Sonne zu sehen und zu photographieren sein werden. Indem er Sterne bis zur siebenten Größe berücksichtigt, findet er fünf Sterne, die eine Einsteinsche Verschiebung von 0,5 bis 1,2 zeigen müßten, und innerhalb eines Kreises von 80 Bogenminuten Radius acht weitere Sterne, die einer geringeren Verrückung unterliegen und daher sozusagen das Triangulations-

netz bilden würden, an dem man die Verrückungen der fünf erstgenannten Sterne müßte konstatieren können.

Leider liegt aber die Mehrzahl dieser Vergleichsterne zufällig auf derselben Seite der Sonne, und *Dyson* scheint demgemäß zu beabsichtigen, die Sonne nicht auf die Mitte der Platte bringen zu wollen, sondern um etwa 30 Bogenminuten abseits. Wir kommen unten, bei Fig. 7, darauf zurück.

Zunächst soll hier, in Anbetracht des großen Interesses, auf das die Frage nach astronomischen Kriterien für oder gegen die Relativitätstheorie in weiten Kreisen rechnen darf, auf die bevorstehende Finsternis selbst etwas näher eingegangen werden; der nachstehende Bericht möchte einiges vom Zustandekommen der Finsternis und von ihrer Vorausberechnung erzählen, dann aber auch an Hand der beigebrachten Landkarten im *Kreise tropenkundiger Leser um Rat werben*, an welchen Stellen des zur Auswahl von Expeditionszielen stehenden Ländergebiets man Ende Mai mit einiger Wahrscheinlichkeit auf klaren Tageshimmel rechnen kann. Zur Auswahl steht das Innere des auf den beigegebenen Landkarten, Fig. 2 bis 5, eingezeichneten, schmalen, leicht gekrümmten Bandes („Totalitätsbandes“), doch sind möglichst Orte zwischen dem 50. Grad westlicher und dem 20. Grad östlicher Länge von Greenwich zu wählen; in den dadurch ausgeschlossenen Endstücken des Totalitätsbandes stünde nämlich die verfinsterte Sonne weniger als 30 Grad über dem Horizont, so daß von der Luftunruhe und anderen mit der Nähe des Horizonts wachsenden Fehlerquellen ein Mißlingen der Aufnahmen zu besorgen wäre.

b) Das Zustandekommen der Sonnenfinsternis und ihre Vorausberechnung

sind in Fig. 1 veranschaulicht. Was wir als Sonnenfinsternis zu bezeichnen pflegen, würden wir, wenn wir auf der Sonne lebten, einen Vorübergang des Erdmönchens vor der Erdscheibe nennen. Auf diesen fingierten Standpunkt will uns Fig. 1 versetzen. Wir erblicken das Erdmönchen links an der Erdscheibe, eben im Begriff, seinen Vorübergang vor der Erde anzutreten. Es ist gerade mitteleuropäischer Mittag, 0 Uhr M. E. Z., des Finsternistags. Darum die Null beim Mondzentrum. Die Bahn, die das Mondzentrum zu begehen sich anschickt, ist durch die Gerade $m-m$ gegeben, und die Nullkreise mit römischen Zahlen bezeichnen den Platz, den das Mondzentrum um 0, I, II, III und IV Uhr M. E. Z. einnehmen wird. Da wir uns nun aber selbst in der Lichtquelle, auf der Sonne, befinden, so geben, in unserer Figur, die Punkte 0, I, II, III, IV zugleich auch die jeweilige Lage des Mittelpunktes jener Schattenfigur an, in welcher die Erdoberfläche jeweils den wandernden Schattenkegel des Mondes auffängt. Ist diese Schattenfigur auch, als Durchdringungsfigur von Kegel und Kugel, ein doppelt gekrümmtes Oval im

Raume, so erscheint sie uns, der Lichtquelle, doch als Kreis, und zwar gerade von der Größe der Nullkreise. Es ist natürlich der *Kernschatten* gemeint, den der Kernschattenkegel, d. h. der gemeinsame *äußere* Berührungskegel der Sonnenkugel und des Mondkügelchens, auf der Erde abzeichnet. (Der *innere* Berührungskegel, der sog. Halbschattenkegel, der einem großen Teil der Erdoberfläche eine *partielle* Sonnenfinsternis verschafft, interessiert uns hier nicht. Nähere Angaben über ihn bringt das Berliner Astronomische Jahrbuch für 1919 auf Seite 376.)

Weil die sichtbare Erdhalbkugel sich uns und dem Monde entgegenwölbt, so fallen die Schattenkreise um so größer aus, je näher sie in der Figur dem Mittelpunkt der Erdscheibe stehen. Der geometrische Ort all der Lagen, die der Schattenkreis nach und nach annimmt, ist daher ein schmales, langes Band, das, in der Mitte am breitesten, nach beiden Enden hin sich allmählich verjüngt.

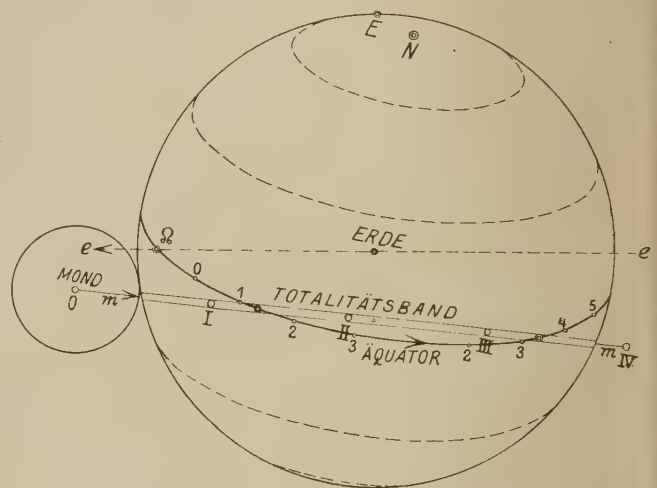


Fig. 1. Mond, Erde und Totalitätsband auf der Erde, gesehen von der Sonne am 29. Mai 1919.

Man nennt dieses in Fig. 1 eingezeichnete Band das „Totalitätsband“, weil jeder Ort, der innerhalb dieses Bandes auf der Erde liegt, an jenem Tage eine totale Sonnenfinsternis erleben wird. Fragen wir, welcher Erdort erlebt zu einer bestimmten Stunde M. E. Z. eine totale Sonnenfinsternis, so suchen wir auf der römischen Zeitskala die entsprechende Stelle auf und lesen am System der Breitenkreise der Erde — es sind die Kreise mit 0, $\pm 30^\circ$ und $\pm 60^\circ$ Breite eingezeichnet — die geographische Breite ohne weiteres ab. Um die geographische Länge zu bekommen, hat man noch zu ermitteln, welcher Punkt dieses Breitenkreises im Verlauf seines täglichen Umschwungs um die Erdachse gerade zur richtigen Zeit im Schattenkreise eintrifft. Die Figur erläutert das für den Fall des Äquators. Die Rechnung ergibt erstens, daß die Achse des Schattenkegels um 1^h 20^m M. E. Z., und dann später nochmals um 3^h 23,5^m M. E. Z., den

Äquator schneidet; zweitens, daß die in $32^{\circ} 30'$ westlicher und in $11^{\circ} 20'$ östlicher Länge von Greenwich gelegenen Äquatororte zu den eben genannten Zeiten an den gleichen Orten wie der Schattenkreis stehen, hier also eine totale Sonnenfinsternis erleben. Für den ersteren Erdort zeigt Fig. 1 seine Plätze um 0, 1, 2, 3 Uhr M. E. Z. durch die entsprechend arabisch bezifferten Nullenkreise in der linken Hälfte des Äquators auf; ähnlich können wir auf der rechten Hälfte des Äquators den Weg des zweiten Erdorts, in $11^{\circ} 20'$ ö. L., von 2 bis 5 Uhr M. E. Z. verfolgen. Wenn man die arabische mit der römischen Zeitskala vergleicht, so sieht man, wie der langsame Erdort gerade zur rechten Zeit von dem mehr als doppelt so raschen Mondschatten überholt wird. Den Mond selbst mußten wir uns, nach Erzeugung seines Schattens, wieder fortdenken; denn in Wirklichkeit würde uns, auf unserm Standpunkte in der Sonne, der kleine Mond hindern, das noch viel kleinere verfinsterte Fleckchen Erde, das hinter ihm steht, wahrzunehmen. Es braucht kaum gesagt zu werden, daß die soeben für den Äquator angestellte Betrachtung sich ohne wesentliche Änderung auf jeden anderen an der Finsternis teilnehmenden Breitenkreis der Erde übertragen ließe.

Hiermit sind im wesentlichen diejenigen Aufgaben anschaulich beschrieben, deren analytischer Behandlung eine sehr umfangreiche Fachliteratur gewidmet ist. Es seien hier nur das Hauptwerk von P. A. Hansen, Abhdl. d. sächs. Ges. d. Wiss., Bd. 4, Lpz. 1859, S. 303, sowie der Bericht von F. K. Ginzel und A. Wilkens, Theorie der Finsternisse, Lpz. 1910, in der „Encykl. d. mathem. Wissenschaften“, Bd. VI 2. Heft 3, S. 335, erwähnt. Die Theorie berücksichtigt auch solche Feinheiten, wie die Abplattung der Erde und die Strahlenbrechung in ihrer Atmosphäre. Auch auf Newcomb-Engelmanns Populäre Astronomie, 5. Aufl., hrsg. von P. Kempf u. a., Lpz. 1914, S. 20 ffg., sei zur Einführung hingewiesen.

Alle Finsternistheorien setzen natürlich die *Mondbahn selber* als bekannt voraus, d. h. also den Verlauf der Geraden $m-m$ in unserer Fig. 1, nebst ihrer römischen Zeitskala, sowie den Abstand des Mondes von der Erde, nach welchem sich die Größe des Schattenkreises auf der Erdoberfläche richtet. Für diese Rechnungsunterlagen besitzt man als Hauptnachschlagewerk Th. v. Oppolzers *Canon der Finsternisse*, Denkschr. d. Akad. in Wien, math.-ntw. Cl., 52. Bd., 1887. Dieser Canon beruht auf jener *theoretischen Mondbahn*, die sich als Quintessenz der störungstheoretischen Spezialuntersuchungen über den Mond ergeben hat. Nun hat jedoch die Vergleichung der überlieferten Finsternisse des Altertums mit der Theorie bekanntlich zu der Erkenntnis geführt, daß der Mond sich nicht ganz genau an die Theorie hält, und Th. v. Oppolzer und F. K. Ginzel haben daher umgekehrt aus den

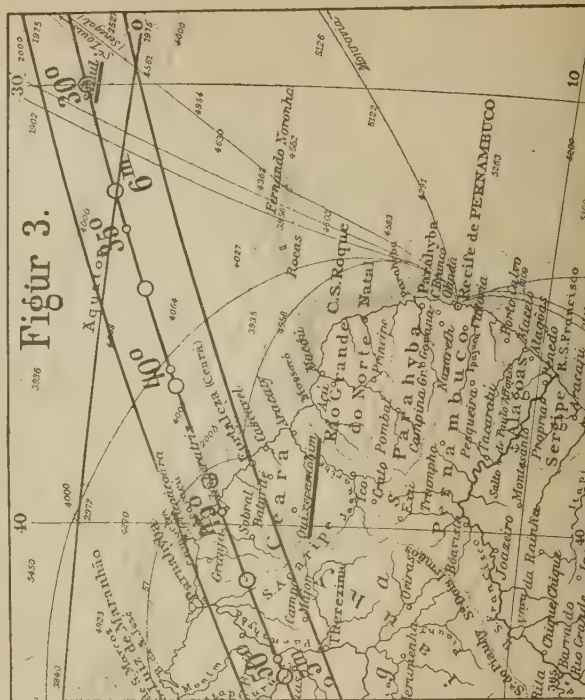
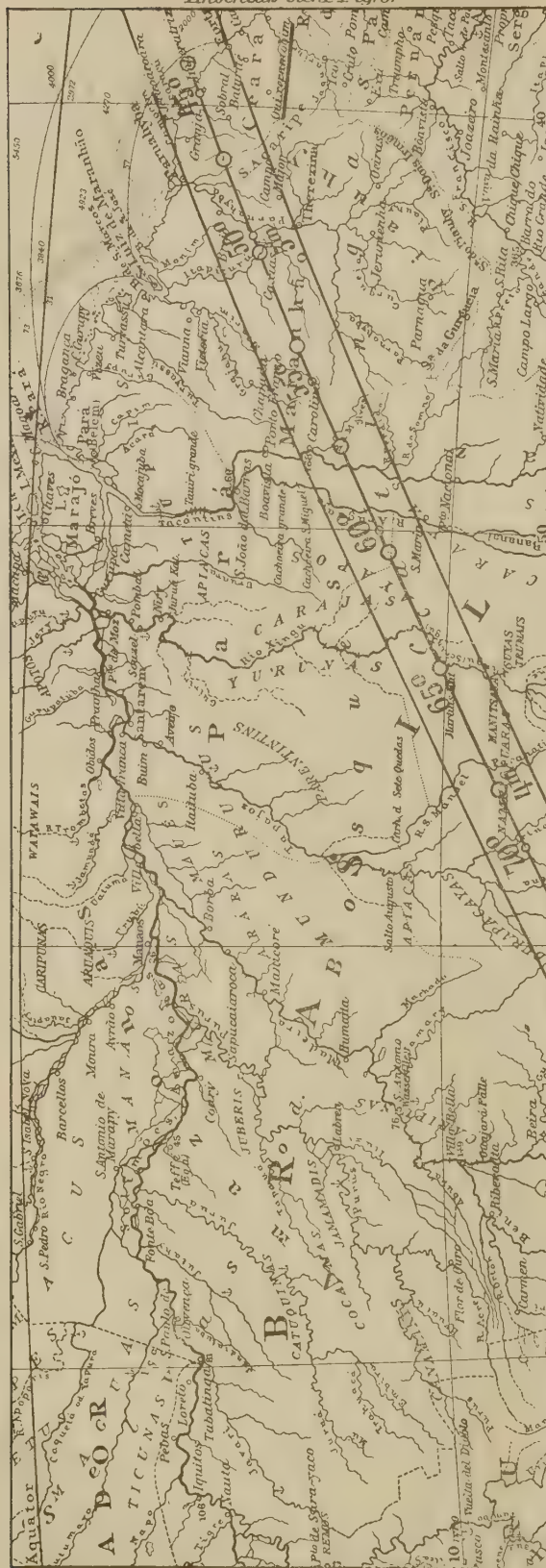
überlieferten Finsternissen des Altertums und Mittelalters *empirische Korrekturen für den Mondort* hergeleitet und in den Dienst einer besseren Vorausberechnung künftiger Finsternisse gestellt. S. Newcomb zog zu gleichem Zweck ein reicheres neuzeitliches Material, als es Finsternisse allein zu bieten vermögen, heran, nämlich die neuzeitlichen Beobachtungen der sehr häufigen *Sternbedeckungen durch den Mond*. In den „Astronomical papers prepared for the use of the American Ephemeris . . .“, vol. 9, part 1, Washington 1912, gibt er S. 211 ein interessantes Diagramm, wonach die mittlere Länge des Mondes unerklärte Schwankungen von ± 4 Bogensekunden Amplitude zeigt. Aus Newcombs Untersuchungen ergaben sich jene Mondortsverbesserungen, die für das Jahrbuch der amerikanischen Astronomen, die „*American Ephemeris and Nautical Almanac*“ in Washington neuerdings zur Grundlage einer möglichst zuverlässigen Vorausberechnung der Finsternisse gemacht werden. Die Angaben dieses Jahrbuchs liegen auch dem gegenwärtigen Bericht zugrunde.

Es war hier noch nicht davon die Rede, daß auch die Erde nicht völlig stille steht, sondern, in ihrer jährlichen Bahn um die Sonne, während der paar Finsternisstunden schon um ein gewisses Stück längs der Ekliptik $e-e$ mit ihrem Schwerpunkt nach links, in der Fig. 1, weiter rückt. In Wirklichkeit ist dieser Umstand bei Zeichnung der Figur bereits berücksichtigt. Wir sind, während der ganzen Dauer der Finsternis, von der Sonne aus der ihren Jahresumlauf um uns langsam fortsetzenden Erde dauernd mit dem Blick gefolgt, oder haben, analytisch gesprochen, alle Bewegungen auf ein Koordinatensystem bezogen, in welchem außer dem Sonnenmittelpunkt auch das Erdzentrum und die den ersten mit der Erdoberfläche verbindende Ebene ruht. Würden wir vom Finsternistage ab drei Wochen lang, bis zum Sommersolstitium, dauernd von der Sonne aus auf die Erde blicken, so würde das Gradnetz in Fig. 1 sich allmählich verlagern. Es würde nämlich der Nordpol N der Erde und alle Breitenkreise um den Fixpunkt E , den Pol der Ekliptik, geschwenkt werden, so daß N senkrecht unter E zu stehen kommt und die Ekliptik $e-e$ zwar ihre wagerechte Richtung behält, aber ihr Schnittpunkt mit dem Äquator, der sog. „Frühlingspunkt“, der schon am Finsternistage dem linken Erdrande recht nahe gekommen ist, ganz in diesen hineinrückt. Fig. 1 gilt also nur für das Jahresdatum des 29. Mai. Der Pol E der Ekliptik liegt dauernd auf dem nicht eingezeichneten nördlichen Polarkreis der Erde.

c) Das Kartenmaterial.

Die vier *Landkarten* (Fig. 2—5) sollen zur Auswahl von Reisezielen für Expeditionen dienen, die die totale Finsternis am 29. Mai 1919 beobachten wollen. Auf den dem Andreeschen Hand-

Anschluß siehe Fig. 3.



Anschluß siehe Fig. 2.

Figur 2.

Maßstab 1:20 000 000

(1mm auf der Karte = 20 km in der Natur)

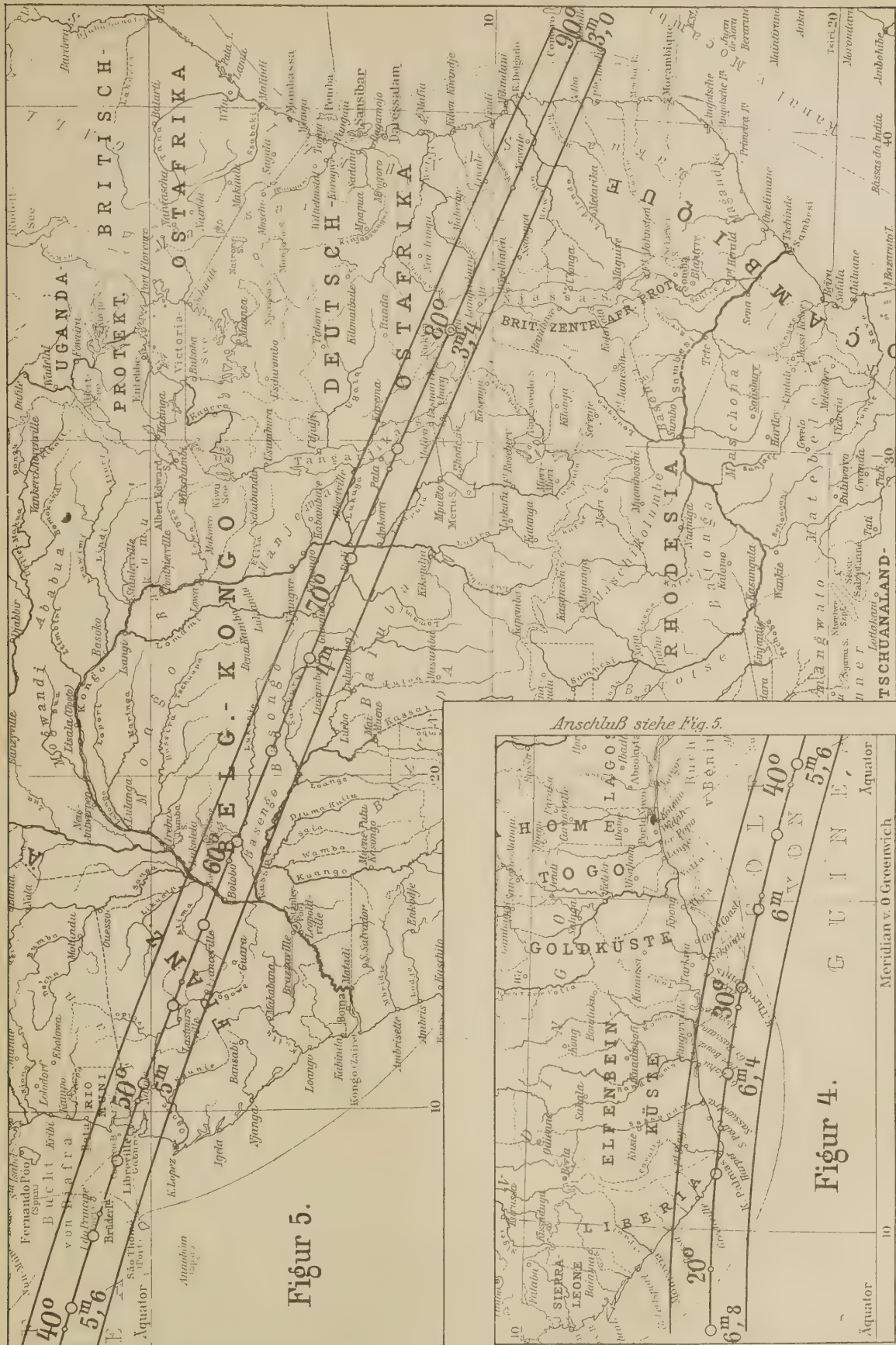
700 100 0 200 400 600 800 1000 Kilometer

Totalitätsband der Sonnenfinsternis am 29. Mai 1919.

(Fig. 2: Brasilien; Fig. 3: Insel S. Paul;

Fig. 4: Kap Palmas; Fig. 5: Zentralafrika.)

Grundlage aus Andrees Handatlas, VI. Auflage.



atlas, VI. Auflage, mit gütiger Erlaubnis des Verlags entnommenen Karten ist das Totalitätsband eingezeichnet und mit zwei Skalen versehen worden. Die obere Skala, von 5 zu 5 Graden fortschreitend, gibt für jeden auf der Zentralitätslinie gelegenen Erdort denjenigen Winkelabstand ω vom Zenit an, unter dem sich daselbst die Mitte der Sonnenscheibe im Augenblick ihrer zentralen totalen Verfinsternung zeigt („Zenitdistanz“ z der Sonne). An beiden Enden der Zentralitätskurve steht die total verfinsterte Sonne im Horizont, $z = 90^\circ$. Die untere Skala im Totalitätsbande gibt die *Dauer der Totalität* für die Orte der Zentralitätskurve in Zeitminuten (siehe unten).

Fig. 2 und 3 bringen, teilweise übereinander greifend, zusammen den Anfangsbogen, Fig. 4 und 5 analog den Endbogen des Totalitätsbandes zur Darstellung. Das nicht dargestellte Mittelstück dieses Bandes würde an sich die besten Beobachtungsumstände, nämlich die längste Totalitätsdauer, bis zu $6^m 50^s,6$, und kleinste Zenitdistanz der Sonne darbieten, fällt aber in den Atlantischen Ozean und kommt daher für Expeditionen, die festen Boden brauchen, als Ziel nicht in Frage.

Über die verfinsterten Inseln vgl. den folgenden Abschnitt.

d) Die Dauer der totalen Sonnenfinsternis für den einzelnen Beobachtungsort. Verfinsterte Inseln.

Die *Totalitätsdauer* in einem Punkte der Zentralitätslinie $m-m$ ergibt sich leicht aus dem Durchmesser des Schattenkreises und der Rela-

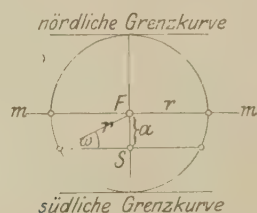


Fig. 6: Ermittlung der Totalitätsdauer für außerhalb der Zentralitätslinie $m-m$ gelegene Beobachtungsorte S .

tivgeschwindigkeit des Schattenkreises gegen den verfinsterten Erdort, nach Formeln von Hansen. Man kann sie aus unseren Landkarten (Fig. 2—5) an der in den Totalitätsbändern angebrachten unteren Skala ablesen, die nach Fünftel-Zeitminuten fortschreitet und nach den Angaben der „American Ephemeris“ berechnet ist. Für Punkte außerhalb der Zentralitätslinie $m-m$ bemisst sie sich, statt nach dem Durchmesser des Schattenkreises, nach dessen Sehne, und zwar nach derjenigen Sehne, die durch den Beobachtungspunkt S parallel zur Zentralitätslinie zu ziehen ist (Fig. 6). Sie ist der Länge dieser Sehne proportional. Ist also F der Fußpunkt des von S auf die Zentralitätslinie gefällten Lotes, ist der Abstand $SF = a$ gesetzt, ist der Radius des

Schattenkreises, also die halbe Breite des Totalitätsbandes, gleich r , und dauert die Totalität in F f Minuten, so dauert sie in S näherungsweise $(f \cdot \cos \omega)$ Minuten, wenn $\sin \omega = a : r$ gesetzt wird. Danach ergibt sich zum Beispiel für die in der Totalitätszone gelegenen Inseln, indem man für sie f , a und r aus unseren Figuren entnimmt, folgende Totalitätsdauer $(f \cdot \cos \omega)$:

Insel	Länge von Greenwich	f Min.	a mm.	r mm.	$f \cdot \cos \omega$ Min.
S. Paul . . .	29°3 West	6,25	2,0	6,2	5,92
J. do Principe .	7°4 Ost	5,31	1,25	5,66	5,18
Brüder-Inseln .	7°3 Ost	5,31	0,0	5,66	5,31
Corisco-Insel .	9°3 Ost	5,14	1,0	5,4	5,05

e) Den Sternenhimmel in der Umgebung der verfinsterten Sonne

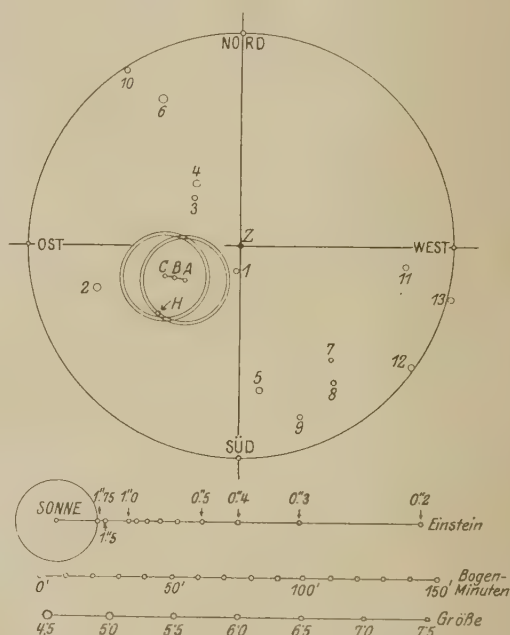


Fig. 7. Die am 29. Mai 1919 auf Einstein-Effekt zu prüfenden Fixsterne in der Nachbarschaft der verfinsterten Sonne.

stellt Fig. 7 dar. Die Sterne bis zur 7. Größe sind von Dyson nach wachsender Distanz von der Mitte der verfinsterten Sonnenscheibe fortlaufend von 1 bis 13 numeriert. A, B, C sind die Orte dieser Sonnenmitte unter den Sternen für jene drei Zeitpunkte und gesehen von jenen drei Erdorten, in welchen die Totalität der Finsternis bei Sonnenaufgang, bei höchstem Sonnenstande und bei Sonnenuntergang eintritt. Für Beobachter in Brasilien liegt der Mittelpunkt der total verfinsterten Sonne also zwischen A und B, für Beobachter in Afrika zwischen B und C in Fig. 7. Die Kreisringe um A und C veranschaulichen die Ränder der Sonnen- und Mondscheibe; die letztere ist natürlich hier die größere von beiden. Die starke seitliche Versetzung des Schwerpunktes

der 13 Sterne gegen die Quelle der Einsteinschen Störung, die Sonne, verstößt gegen die kritischen Anforderungen, die man an Präzisionsmessungen dieser Art zu stellen gewöhnt ist. Man wird sich allenfalls damit abfinden können, wenn man „Triplets“, photographische Objektive mit nahezu geebnem Bildfeld, benutzt. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß Sterne schwächer als 7. Größe unter günstigen Umständen zu erlangen sind, so daß dann mit der wachsenden Anzahl der Sterne der Zwang zur Asymmetrie entfällt.

Der in der Nähe des südlichen Sonnenrandes für den Zeitpunkt A in Fig. 7 eingetragene Stern 7,5ter Größe, mit H bezeichnet, scheidet leider am Finsternistage aus, da seine Bedeckung durch die Sonne zu frühzeitig beginnt; die stärkste Einsteinsche Verschiebung wird demnach Stern 1 erfahren, dessen Bedeckung durch den Mond glücklicherweise noch rechtzeitig vor dem Beginn der totalen Sonnenfinsternis ihr Ende findet.

Die Größe der Einsteinschen Verschiebung läßt sich in Fig. 7 leicht für jeden Stern abgreifen, indem man seinen Abstand von B (bzw. von dem auf der Strecke AC durch Interpolation zu findenden jeweiligen Ort des Sonnenzentrums) in den Zirkel nimmt und in der mit „Einstein“ bezeichneten Skala vom Mittelpunkt der „Sonne“ ab aufträgt. Für Stern Nr. 1 ergibt sich dabei eine maximale Einsteinsche Verschiebung von 1,2 Bogensekunden.

f) Gesichtspunkte für die Auswahl des Reiseziels der Expeditionen (Tageszeit der Finsternis; Bewölkung und Luftunruhe; Transportverhältnisse; Schlafkrankheit).

Für die Auswahl der Beobachtungsplätze kommen zunächst alle Orte im Innern des in unseren Landkarten, Fig. 2—5, eingetragenen Totalitätsbandes in Frage, doch müssen wir den Ozean ausnehmen, sowie jene Endstücke des Totalitätsbandes, wo sich, laut der oberen in diesem Bande angebrachten Skala, die verfinsterte Sonne in Zenitdistanzen von über 60°, also wegen der Luftunruhe (siehe Abschnitt h) zu tief für genaue Aufnahmen der sie umgebenden Sterne, zeigen würde. Es verbleiben sonach zur Wahl nur das Bandenstück vom 50. Grad westl. Länge bis zur brasilianischen Küste (Fig. 2), das Bandenstück von der afrikanischen Westküste bis zum 20. Grad östlicher Länge (Fig. 5), die Gegend um Kap Palmas (Fig. 4) sowie die in Abschnitt d) einzeln aufgeführten, in Fig. 3 und 5 leicht zu findenden Inseln.

Da die Bewölkungsverhältnisse, die für die Wahl des Reiseziels wohl mit den Ausschlag geben werden, in den Tropen stellenweise einen täglichen Gang erkennen lassen, so sei zunächst die Tageszeit der Totalität durch folgende Tabelle angegeben, in welcher L die von Greenwich gezählte geographische Länge des Beobachtungsortes, t dessen wahre Ortszeit zur Zeit der Totalität, entsprechend dem Stundenwinkel der verfinsterten Sonne, bedeutet:

t	vormittags					nachmittags					Uhr
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
L	68	55	44	34	26	18	9	0	9	21	33
	westliche Länge					östliche L.					Grad

Es kommt nun darauf an, an welchen Stellen des zur Wahl stehenden Totalitätsbandes zur angegebenen Ortszeit Ende Mai mit Wahrscheinlichkeit auf klaren Himmel zu rechnen ist.

Chancen in Afrika:

Nach J. Hann, Hdb. der Klimatologie, Bd. II 1, 3. Aufl., Stuttgart (Engelhorn) 1910 scheinen die Witterungsaussichten für den gesamten afrikanischen Teil der Totalitätszone recht ungünstig zu sein. So findet z. B. H. Soyaux, Meteorol. Zs. 22 (1905), S. 121, die mittlere Bewölkung auf seiner meteorologischen Station am Gabun (9° 35' ö. L. + 0° 25') im Mai zu 78, im Juni zu 79 %.

Was die Schlafkrankheit im tropischen Afrika betrifft, so gab das Londoner internationale Sleeping sickness bureau die „Skeleton Maps of Tropical Africa, showing the distribution of Tsetse flies and Sleeping sickness“, 1 : 7 500 000, London 1909 heraus. Einem Bericht über sie, den Georg Meyer (Hannov.-Münden) in Petermanns Geogr. Mitteilungen, 56. Jhrg. 1910, 2. Halbband, S. 57 mit Tafel 11 gibt, ist folgendes zu entnehmen:

Das in Fig. 5 dargestellte Totalitätsband durchsetzt vier größere Seuchenherde; es sind dies der Golf von Guinea (Prinzeninsel, Libreville), der untere Kongo bei Bolobo (Alimafluß bis Leopold II.-See), das von Luluaburg nach dem oberen Kongo (Njangwe und Kasongo) führende Seuchengebiet und endlich die Ufer des Tanganyika-Sees. Zwischen diesen Herden kommt aber auch an fast allen größeren Flußläufen, die sich in dem von der afrikanischen Westküste bis zum oberen Kongo bei Ankora reichenden Bogen des Totalitätsbandes vorfinden, so an den Ufern der Flüsse Ogowe, Alima, Kassai und Sankuru, die Tsetsefliegengattung *Glossina palpalis* vor, deren Stich den schlafkrankmachenden Blutschmarotzer von schlafkranken Menschen auf Gesunde überträgt. Allenthalben wechseln immerhin die verseuchten Landschaften mit glossinenfreien ab; größere ungefährdete Bezirke erreicht das afrikanische Totalitätsband der Finsternis jedoch erst östlich des oberen Kongo, von Ankora an, wo dann aber die verfinsterte Sonne nur noch weniger als 20 Grad über dem westlichen Horizonte steht.

Chancen in Brasilien:

Günstigere Chancen scheinen sich in Brasilien darzubieten. In Quixeramobim (39,7° westl. v. Greenw., — 4,9° Breite) soll die Sonnenscheindauer im Mai und Juni 60—70 % ihres theoretischen Höchstwertes betragen (Meteorol. Zs. Bd. 19, 1902, S. 552, und Bd. 25, 1908, S. 165). Weiter landeinwärts sind meteorologische Aufzeichnungen spärlich; aus Cuyabá, das auf dem

Plateau von Matto Grosso 430 km südöstlich der Zentralitätslinie liegt ($55,9^\circ$ westl. v. Greenw., — $15,5^\circ$ Breite), wird gar eine mittlere Bewölkung von nur 44 und 32 % im Mai und Juni gemeldet (Meteorol. Zs. Bd. 24, 1907, S. 235), doch steht im Staate Matto Grosso die verfinsterte Sonne nur 20 Grad über dem Horizont.

g) Die Reiseziele der englischen Expeditionen.

Auch A. R. Hinks hält das gesunde *Hochplateau des brasilianischen Küstenstaates Ceará* für günstig und empfiehlt besonders die Stadt *Sobral* wegen ihrer Bahnverbindung mit dem Hafen von Camocin. Auf der Insel *S. Paul*, einer guano-bedeckten, fischreichen, bis 64 Fuß hohen Felsengruppe, vermißt Hinks Ankerplatz und Quellwasser; während *Kap Palmas* zu regenreich sei, empfehle sich die hügelige, kakaoreiche portugiesische *Prinzeninsel* durch Landungsplatz und Bahnnetz für Lasttransporte. *Libreville* sei leicht zu erreichen, schwieriger ein Transport der Instrumente auf die nahen Waldhügel. Das *Waldgebiet des Kongo* sei zu dunstig und neblig. Merkwürdigerweise empfiehlt Hinks das leicht erreichbare *Westufer des Tanganyikasees* (an dem doch die verfinsterte Sonne nur noch 15 Grad über dem Horizonte stehen wird!), und zwar die etwa je 35 km südöstlich bzw. südlich der Uferstadt Pala (= Mpala) in Fig. 5 nachzutragenden Missionsstationen *Baudouinvill* (am Seeufer, Schlafkrankheit!) und *Lusaka* auf der gesünderen, aber Träger und Maultiere erfordernden benachbarten Hochfläche. Nach Angaben des Astronomen *Charlier* sei dort auf günstiges Wetter Ende Mai zu rechnen. Hinks stellt weitere Ermittlungen und einen Aufsatz im *Geographical Journal*, *Shackleton* meteorologische Informationen über die brasilianische Küstenstadt *Fortaleza* (Ceará) in Aussicht.

h) Die Luftunruhe als Störungsquelle. Land- oder Seestation?

Leider verbürgen auch klares Wetter und gute instrumentelle Ausrüstung noch nicht den Erfolg. Als unberechenbarer Faktor kommt die *Luftunruhe* hinzu, die die Bilder der Sterne auf der photographischen Platte tanzen läßt, so daß ein mehr oder minder verwaschenes Bild entsteht und schwächere Sterne verloren gehen. Hierüber liegen aus den Tropen kaum Erfahrungen vor; die Besorgnis liegt nahe, daß gerade in den Tropen tagsüber ein starkes Wollen der Sterne im Fernrohr sich bemerkbar machen wird. J. Evershed würde daher eine *Seestation* jeder *Landstation* vorziehen und empfiehlt, im Mai 1918 auf einer der *Inseln im Golf von Guinea* vorbereitende Beobachtungen über Witterung und Luftunruhe anzustellen.

Alles in allem bietet Brasilien wohl die günstigsten Chancen. Immerhin ist zu wünschen, daß auch anderwärts an möglichst zahlreichen Plätzen Aufnahmen vorbereitet werden, um einem

glücklichen Zufall die Hand zu bieten, und daß tropenkundige Leser dieses Berichts ihren erfahrenen Rat zu der Frage beisteuern möchten, an welchen Stellen des Totalitätsbandes man Ende Mai am ehesten auf klares Wetter wird rechnen können.

Besprechungen.

Hartmann, M., und C. Schilling, *Die Pathogenen Protozoen und die durch sie verursachten Krankheiten, zugleich eine Einführung in die allgemeine Protozoenkunde*. Ein Lehrbuch für Mediziner und Zoologen. Berlin, Julius Springer, 1917. 462 S. und 337 Textabbildungen. Preis geh. M. 22,—, geb. M. 24,—.

Das dem Andenken an *Schaudinn* und *v. Prowazek* gewidmete Werk ist die durchaus gelungene Lösung der von den Autoren sich gestellten Aufgabe, das in der Literatur fehlende, nicht zu umfangreiche Lehrbuch zu schaffen, „das zur Einführung in dieses theoretisch interessante und praktisch wichtige Gebiet geeignet“ wäre und „dabei zugleich den Ansprüchen und Bedürfnissen der Mediziner nach eingehender Schilderung der Morphologie und Biologie der pathogenen Formen und der durch sie verursachten Erkrankungen sowie deren Heilung und Bekämpfung“ entsprechen sollte. Die Tatsache, daß bei der erstrebten Kürze nicht alle Punkte gleichmäßig behandelt werden konnten, und sogar einige Lücken entstanden sind, vermindert in keiner Weise den Wert des seinen Zweck vollkommen erfüllenden, übersichtlich, kurz und klar abgefaßten Buches.

Einen verhältnismäßig großen, aber durchaus nicht zu großen Raum nimmt der vortreffliche, von *Hartmann* verfaßte allgemeine Teil ein, dessen hohe Bedeutung für die Biologie und besonders für die Mikrobiologie häufig zum Schaden der Wissenschaft unterschätzt wird. So dürfte nicht nur dem Zoologen, sondern auch dem Mediziner keine der dem gewidmeten 136 Seiten überflüssig erscheinen. Vielmehr dürfte beim Lesen der durch die gleichzeitige Berücksichtigung morphologischer und physiologischer Momente stets interessant bleibenden Darstellung eher die dem Rahmen des Lehrbuches entsprechende Kürze bedauert werden.

Da gerade unter den einzelligen Urtieren infolge der Erfüllung sämtlicher Funktionen durch die eine Zelle die kompliziertesten und am vielseitigsten entwickelten Zellen zu finden sind, besitzen Erfahrungen bei Protozoen große allgemeine Bedeutung. Obwohl die Ansicht *Gurwitsch's*, daß die Theorien über den Bau des Protoplasmas nach den Ergebnissen der Kolloidforschung keine Bedeutung mehr haben, gelten lassend, betont H., daß das Plasma zu denjenigen Kolloiden gehört, die fast ausschließlich einen Wabenbau aufweisen. Der die gleiche physikalische Beschaffenheit aufweisende Kern ist der zweite unerläßliche Bestandteil jedes Protozoons. Die Behauptung, daß bei jedem Protistenkern zwei Komponenten, eine lokomotorische und eine generative Komponente, sich nachweisen lassen, ist eine Verallgemeinerung, deren teilweise hypothetischer Charakter von H. zugegeben wird. Anders geartet ist die den Soma- und Keimzellen der Metazoen entsprechende, in der Form somatischer Kerne (Macronuclei) und Geschlechtskerne (Micronuclei) auftretende Doppelkernigkeit der Infusorien. Bei der Bildung von Kernen aus Chromidien ist die voraus-

gehende sogen. Chromidienbildung eher als die Aufteilung eines polyenergiden Kernes zu betrachten.

Das Kapitel über Statik und Dynamik behandelt neben den äußeren statischen Organellen (metabolische und ametabolische Pelliculabildungen, Haftorganellen, Hüllen, Zellwände und Schalen), die dem Koltzoffischen Postulat (Notwendigkeit von festen Elementen, die den flüssigen Plasmotropfen die konstante spezifische Gestalt aufzwingen) entsprechenden, in Form von Gelfibrillen nachweisbaren inneren statischen Organellen (Achsenstäbe, Fibrillensysteme) und schließlich die 4 Gruppen von Bewegungsvorgängen: 1. Bewegung durch Pseudopodien, 2. Bewegung durch Undulipodien (Geißeln und Cilien), 3. Myonemkontraktion, 4. die gleitende Bewegung der Gregarinen. Binnendruck und Oberflächenspannung sind die bei der Bildung der Pseudopodien tätigen Kräfte. Von der Ursache der Verminderung und Erhöhung des Oberflächendrucks gibt am besten die Theorie von *Jensen* eine Vorstellung. Danach soll die Expansion, also die Verminderung der Spannung dort eintreten, wo die Assimilierung am stärksten ist, die sphärogene Bewegung dagegen dort eintreten, wo die Dissimilierung überwiegt oder die Assimilierung geringer ist. Denn bei der Assimilierung im Gegensatz zu der Dissimilierung findet eine Verminderung der Molekülenzahl durch Vereinigung mehrerer einfacherer Moleküle statt und die Oberflächenspannung ist dem Quadrat der Molekülenzahl proportional. Dieselbe Theorie ist auch auf die Geißel- und Cilienbewegung anwendbar, welche im Grunde weiter nichts als dieselbe Pseudopodienbewegung des flüssigen Überzuges der Geißel und Cilien sein soll, die durch die antagonistische Wirkung des elastischen, aus seiner Gleichgewichtslage gebrachten Gelfadens in bestimmte Richtung gelenkt wird.

Obwohl bei Protozoen auch pflanzliche Assimilierung (autotrophe, holophytische Ernährung) vorkommt, wird im Kapitel über Stoffwechsel nur die heterotrophe, holozoische Ernährung, und insbesondere die Nahrungsaufnahme durch Pseudopodienbewegung, durch Mundstellen und durch Osmose, Verdauungsvorgänge, wie sie bei Amöben und Infusorien verfolgt werden können, sowie die Stoffausscheidung durch Cytopygen und kontraktile Vakuolen ausführlich behandelt.

Die cytogen genannten Vermehrungsvorgänge der Monoenergiden, die in der Regel als Zweiteilung, sei es die Längsteilung, wie bei den Flagellaten, oder die Querteilung, wie bei den Infusorien, aber auch als die sogenannte Knospungsteilung der Thecamöben auftritt, und die multiple Teilung, wie sie bei Coccidien, Gregarinen, Malariaplasmodien und auch bei Trypanosomen als agame Vermehrung (Schizogonie) oder nach Befruchtung als Sporogonie vorkommt, stellen neben der nach *Doflein* Plasmotomie genannten, von der Kernteilung unabhängigen Zellteilung der polyenergiden Protozoen das Wesen der Fortpflanzungsvorgänge dar, als deren Ursache von *Hertwig* die Kernplasmaspannung infolge Verschiebung der Kernplasmareaktionen, von *Hartmann* und *Prowazek* das gegenseitige Wachstumsverhältnis zwischen einer lokomotorischen Komponente (Teilungsfaktor) und einer trophisch-generativen Komponente (Wachstumsfaktor) des Kernapparates angesehen wird.

Obwohl mit der Fortpflanzung oft eng verknüpft, stellt die Befruchtung, wie aus den Beobachtungen bei Protozoen hervorgeht, eine von den Vermehrungsvorgängen unabhängige Lebenserscheinung von besonderer Art

und Bedeutung dar. Die Befruchtung ist eine physiologische Notwendigkeit, wenn auch nicht im Leben des Individuums, so doch in dem der Art. Als Ursache der bei Protozoen als Kopulation, Autogamie oder Konjugation sich vollziehenden Befruchtung läßt Verfasser weder die Keimplasmamischungstheorie (*Amphimixis*) *Weismanns*, noch die Verjüngungs- und Regulationshypothesen (*Hertwig*), sondern die von *Bütschli* und *Schaudinn* aufgestellte Sexualitätshypothesen gelten, die von der Annahme ausgeht, daß jede Protozoenzelle zwittrig ist. Nach dieser Theorie entsteht durch eine übermäßige, entgegengesetzte Verschiebung des Verhältnisses zwischen den männlich genannten Teilungskomponenten und dem als weiblich angesprochenen trophischen Kernmaterial zweier Protozoen die Notwendigkeit eines durch die Befruchtung zustande kommenden Ausgleiches. Dabei empfiehlt Verfasser, weniger auf eine morphologische Auffassung der Sexualität, als auf die allgemeineren physiologischen Begriffe „Teilungsfaktor“ und „Wachstumsfaktor“ Gewicht zu legen.

Den kurzen Ausführungen über ontogenetische Entwicklung, Polymorphismus, Generationswechsel, Variabilität und Vererbung mit den Modifikationen, Mutationen und Dauermodifikationen, folgt als Schluß des allgemeinen Teiles das interessante Kapitel über die Beziehungen zwischen Parasit und Wirtsorganismen (Ökologie). Hier stellt Verfasser zur Erklärung der labilen Infektionen und Recidiven die Hypothese auf, daß durch eine dauernde Hemmung des Teilungsfaktors bei Fortwirken des Wachstumsfaktors die labilen Infektionen und durch die Überwindung dieser Hemmung die Recidiven zustande kommen. Bei dem Auftreten serumfester Recidivstämme sowie arzneifester Stämme handelt es sich vermutlich um Dauermodifikationen.

Die Protozoen werden in 5 Klassen eingeteilt: 1. Sarcodinen mit den Unterklassen: Rhizopoden (Ordnungen: Amoebeinen, Testaceen und Foraminiferen), Heliozoen und Radiolarien; 2. Mastigophoren mit den Unterklassen: Euflagellaten (Ordnungen: Rhizomastiginen, Protomonadinen, Binucleaten, Hypermastiginen, Chromomonadinen, Chloromonadinen, Euglenoidinen, Phytomonadinen) und Dinoflagellaten (Ordnungen: Peridineen und Cystoflagellaten); 3. Amoebosporidien mit den Unterklassen Cnidosporidien (Ordnungen: Myxosporidien, Actinomyxidien, Microsporidien) und Acanthosporidien und den noch nicht sicher dazu gehörenden (Ordnungen: Sarcosporidien und Haplosporidien); 4. Sporozoen mit den 3 (Ordnungen: Coccidien, Aggregatarien und Gregariniden); 5. Infusorien mit den Unterklassen Ciliaten (Ordnungen: Holotrichen, Heterotrichen, Hypotrichen und Peritrichen) und Suctorien. Als Anhang die Spirochätoideen, deren Zugehörigkeit zu den Protozoen noch umstritten ist. Diese Einteilung der Protozoen dürfte hauptsächlich wegen der Aufrechterhaltung der viel umstrittenen Ordnung der Binucleaten vielfach auf Widerspruch stoßen.

Das folgende Kapitel über die allgemeine Technik der Protozoenuntersuchung ist ein schwacher Punkt des Buches. Es genügt wegen übermäßiger Kürze (4 Seiten) weder dem Anfänger, noch dem Fachmann.

Im ersten Kapitel des speziellen Teiles werden die Entamöben und besonders die durch die *E. histolytica* verursachte Amöbendysenterie ausführlich behandelt. Das zweite Kapitel befaßt sich kurz mit den Protomonadinen. Die Binucleaten, die die wichtigsten protozoischen Krankheitserreger umfassen, sind Gegenstand des dritten und weitaus umfangreich-

sten Abschnittes. Nach einer eingehenden, einleitenden Übersicht über die allgemeine Morphologie und Entwicklung der Binucleaten werden unter besonderer Berücksichtigung der Diagnose, Behandlung, Übertragung und Bekämpfung der verschiedenen Krankheiten die Trypanosomen und die von ihnen verursachten Krankheiten bei Menschen und Tieren, dann die Leishmanien und Leishmaniosen, ferner die Piroplasmen und Piroplasmosen und schließlich die Malaria eingehend dargestellt.

Im vierten, den Spirochäten gewidmeten Kapitel erscheint die von der bereits eingebürgerten abweichende Nomenklatur wenig zweckmäßig. Die Myxosporidien, Microsporidien, Haplosporidien, Sarcosporidien, die Coccidien und schließlich die Infusorien bilden die folgenden, meistens kurz gefaßten Kapitel des vorzüglich ausgestatteten Lehrbuches, das durch ein reiches Literaturverzeichnis abgeschlossen wird. H. Da Rocha-Lima, Hamburg.

Eppinger, Hans, Zur Pathologie und Therapie des menschlichen Oedems. Zugleich ein Beitrag zur Lehre von der Schilddrüsenfunktion. Berlin, Julius Springer, 1917. VIII, 184 S. und 37 Abbildungen. Preis M. 9.—.

Der Ausgangspunkt dieser äußerst fruchtbaren klinisch-experimentellen Studie ist die Behandlung derjenigen Formen von Oedemen, welche hartnäckig der Behandlung von Mitteln, die spezifisch entweder auf die Niere oder das Herz wirken, mit Schilddrüsenpräparaten. Der Erfolg ist in den zahlreichen, kritisch auf das feinste durchgearbeiteten Fällen ein frappanter (die Versager sind begründet, die Contraindicationen genau berücksichtigt), womit die günstigste Vorbedingung dafür geschaffen wurde, daß der theoretische Gedankengang, der zur neuen Therapie führte und dem ein hohes wissenschaftliches Interesse innewohnt, ein richtiger war. Eppinger ging nämlich davon aus, daß die Ursache mancher Oedeme nicht in einer geschädigten Funktion der Niere oder des Herzens zu liegen brauche, sondern in einer verminderten Leistungsfähigkeit hinsichtlich des Transportes von Wasser und Salzen eines anderen großen Organsystemes, nämlich des Unterhautzellgewebes. Sobald aber einmal dieser Standpunkt als eine gut gestützte Arbeitshypothese erkannt worden war, mußten damit die weitestgehenden Probleme von der Funktion der Schilddrüse, von der Lymphbildung und von dem Stoffaustausch zwischen Blut und Geweben in das Bereich der zu untersuchenden Zusammenhänge eintreten.

Eppinger stellt fest, daß die Entfernung der Schilddrüse bei dem Tier tatsächlich eine verzögerte Ausfuhr von eingeführtem Wasser und Salz zur Folge hat, die nicht auf einer herabgesetzten Nierenfunktion beruht. Auch der Ausgleich zwischen Gewebsflüssigkeit und Blut nach einem Aderlaß verläuft bei schilddrüsenlosen Hunden viel träger und ungenügender als beim normalen. Ganz entsprechend diesem Tatbestand erzielt die Schilddrüsenfütterung im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Schilddrüsenmangel eine Vermehrung der Ausscheidung von intravenös und von subcutan zugeführtem Wasser und Chlor.

Auf dem gesicherten Boden dieser tierexperimentellen Erfahrungen lassen sich die an und für sich viel verwickelteren Erscheinungen beim Menschen klarlegen, wobei Eppinger wiederum sorgfältig durchgearbeitete experimentelle Wege einschlägt. Gegenüber der Wasser- und Kochsalzausscheidung des normalen Menschen ist dieselbe bei Myxoedem wesentlich vermindert, bei Basedowkranken aber merklich ge-

steigert. Hervorzuheben ist hierbei, daß direkte messende Versuche am Unterhautzellgewebe den beschleunigten, beziehentlich verlangsamten Stoffaustausch erkennen ließen.

Der Stoffaustausch im Unterhautzellgewebe, der eine Teilerscheinung des allgemeinen Stoffaustausches ist, leitet Eppinger zu einem Überblick über die Lehre von der Physiologie und Pathologie der Lymphbildung. Er findet, unter Anerkennung der zutreffenden Momente der bekannten anderen Lymphtheorien in der cellularphysiologischen Theorie des Referenten eine Basis, um den Erfolg der Zufuhr von Schilddrüse bei der Beseitigung von Oedemen in der Haut, die langsamere Wanderung von Wasser und Chlor bei mangelnder Schilddrüse und den rascheren Transport dieser bei Hyperthyreose zu erklären. Denn da nach dieser Theorie die Aktivität der Zellen die wesentliche Bedingung für die Auslösung der Lymphbildung und somit des Lymphflusses darstellt, das Schilddrüsensekret aber ein starkes Anregungsmittel der Zelltätigkeit ist, besteht hier ein innerer Zusammenhang.

Eppinger ergänzt diesen Zusammenhang durch eine eigene theoretische Erweiterung, indem er annimmt, daß für gewöhnlich nur eine sehr eiweißarme Flüssigkeit durch die Capillaren als Gewebsflüssigkeit austrete, hingegen bei gewissen krankhaften Zuständen eine eiweißreichere Flüssigkeit transsudiere. Diese Albuminurie in die Gewebe soll nun die physikalisch-chemische Ursache für Wasserretention in die Gewebe sein. So ansprechend in manchen Beziehungen diese Theorie ist, so wird sie doch erst weiterer experimenteller Prüfung bedürfen.

In Eppingers Buch begrüßen wir eine außerordentlich fruchtbare und anregende Verbindung des klinischen und experimentellen Forschungsweges auf dem modernen Standpunkt des funktionellen Denkens. Klinische Beobachtungsgabe und hohes experimentelles Geschick haben auf einem schwierigen Gebiete hier sehr schöne praktische und theoretische Erfolge gezeitigt.

Leon Asher, Bern.

Kraepelin, Karl, Exkursionsflora für Nord- und Mitteldeutschland. 8. verbesserte Auflage. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1917. XXX, 410 S., 8°. Preis geb. M. 4,80.

Die Familien- und Gattungstabellen sind unter Ergänzung und Verbesserung der Zeichnungen neu bearbeitet, wobei vor allem Gewicht gelegt ist, mehr noch als in den früheren Auflagen, auf Hervorhebung der unterscheidenden Merkmale zur Erreichung größerer Sicherheit der Bestimmung. Die hierdurch bedingte Vermehrung des Textes ist nach Möglichkeit durch Kürzungen bei der Charakteristik der einzelnen Familien ausgeglichen worden. In ihrer neuen, erheblich verbesserten Form ist die bewährte Flora noch wertvoller geworden. Die achte Auflage war das letzte Werk des leider zu früh verstorbenen, verdienten Verfassers, der in Justus Schmidt (Hamburg) eine wertvolle Hilfe fand. Für den Gebrauch in Schulen kann das Werk in seiner verbesserten Form nur empfohlen werden.

E. Ulbrich, Dahlem.

Ornithologische Mitteilungen.

Die Frage nach der Durchquerung der Sahara seitens unserer nordischen Brutvögel auf ihren Wanderungen nach und aus dem Süden hat die Biologen, die den Problemen der Zugerscheinungen nachgehen, vielfach beschäftigt. Meist ist man dabei von der Ansicht ausgegangen, daß die unwirtlichen Gebiete der

zentralen Sahara mit ihren oft völlig fehlenden, meist aber sehr geringen Ernährungsmöglichkeiten von sehr wenigen Vögeln überflogen werden. Positive Beobachtungen aus jenen schwer zugänglichen Gebieten lagen indes bisher hierüber nicht vor. Die ersten Mitteilungen, welche mit Sicherheit den Nachweis führen, daß nicht wenige Zugarten und diese vielfach in sehr großer Individuenmenge die Wüste tatsächlich durchqueren, danken wir *Freiherrn Hans Geyr von Schwepenburg*. Derselbe konnte während einer vielmonatigen Reise den Vogelzug in der westlichen Sahara eingehend beobachten und studieren. Der genannte ornithologische Forscher verweilte vom November 1913 bis zum Juni 1914 im Gebiete der großen afrikanischen Wüsten. Seine Studien galten dem bis jetzt zoologisch kaum erforschten Lande der Tuareg. Was den Vogelzug angeht, so beziehen sich *Baron Geyrs* Feststellungen namentlich auf den Frühjahrszug der ausgesprochenen Sommergäste unserer heimischen Brutvögel, unter geringerer Berücksichtigung der Raub-, Wasser- und Sumpfvögel. Sie weisen nach, daß diejenigen europäischen Zugvögel, welche im Winter im allgemeinen das palaarktische Gebiet nicht verlassen, zum Teil im Herbst in südwestlicher Richtung ziehen. Diese Zugrichtung wird durch die Lage ihrer Winterquartiere, d. h. namentlich durch den Verlauf der Winter-, im besonderen der Januarisothermen veranlaßt. Eine geringe Anzahl unserer heimischen Zugvögel, welche man in der westlichen Sahara erwarten könnte, haben einen mehr östlich gerichteten Zug, der sie im Herbst nach Ostafrika und Südasien führt. *Geyr* fand sie daher auch nicht in den von ihm durchwanderten Teilen der algerischen Wüste. Zu diesen Arten gehören einige unserer Würger, Grasmücken, Fliegenfänger und Ammern. Im Hinblick auf diese Arten darf vielleicht angenommen werden, daß sie zeitlich noch nicht lange ihre westlichen Brutgebiete bewohnen und bei ihren Wanderungen ihren Ausbreitungsweg innehalten. Mit Recht betont *Geyr*, daß die allgemeine Gültigkeit der Annahme, daß Reise- und Ausbreitungsweg einer Art immer zusammen fallen müssen, durchaus nicht bewiesen sei, manche Tatsachen sogar gegen eine solche Annahme sprechen. Von Bedeutung ist nach den einwandfreien Beobachtungen *Geyrs* der Nachweis, daß eine ausgesprochene Zugstraße der Vögel, wie wir sie vielfach in Europa annehmen müssen, in der inneren Sahara nicht vorhanden ist. Eher darf das Gegenteil angenommen werden. Die Tatsache, daß gewisse gut fliegende Arten in der nordafrikanischen Wüste außerordentlich selten angetroffen werden, macht es nicht unwahrscheinlich, daß diese unwirtlichen Wüstenstriche, die eine Entfernung von etwa 1500 km ausmachen, ganz ohne oder nur mit verschwindend geringen Unterbrechungen überschritten werden. Was die Dauer der Durchquerung angeht, so umfaßt die Zugzeit in der inneren Sahara für gewisse Arten einen langen Zeitraum. *Geyr* nimmt 2 bis 3 Monate an. Hierin liegt ein Beweis dafür, daß diese Zugvögel erst nach und nach, je nach dem Bewohnbarwerden ihrer Brutgebiete und, man muß hinzufügen, nach der Möglichkeit ständiger Ernährung dort, die Winterherbergen verlassen. Interessant ist die von *Geyr* beobachtete Tatsache, daß auch in der Wüste die alten Männchen den Zug eröffnen. Hinsichtlich der in letzter Zeit vielfach diskutierten Frage der relativen Zughöhe der wandernden Vögel weist der Reisende darauf hin, daß dieselbe, soweit er beobachten konnte, in der Sahara gering war. Höhere Erhebungen werden indes dort von den ziehenden Vögeln nicht gemieden.

Dies eine kurze Darstellung der durch *Baron Geyr* gewonnenen Resultate seiner Beobachtungen über den Vogelzug in der westlichen Sahara. Sie erschöpfen die diesbezüglichen Fragen zwar nicht, bringen aber immerhin wertvolles Material und die Anregung zu weiteren Studien.

Über **sprechende Wellensittiche** liegen in der wissenschaftlichen Literatur nur wenige einwandfreie, nicht durch die „helfende Phantasie“ des Besitzers beeinflusste Beobachtungen vor. Aus der großen Familie der Plattschweifsittiche, *Platyercidae*, zu denen der kleine australische *Melopsittacus undulatus* gehört, kennen wir nur wenige sprachbegabte Individuen. Die amerikanische Gattung *Chrysotis* wie die afrikanische *Psittacus* sind es fast ausschließlich, welche „sprechende“ Vögel liefern. Vor kurzem hatte *Friedr. von Lucanus* Gelegenheit, junge, noch unselbständige Wellensittiche aufzuziehen. Einer dieser kleinen Papageien erwies sich als ein ungemein sprachbegabtes Individuum. *Lucanus* bezeichnet das Tier als das gelehrigste, welches er je besessen und beobachtet hat. Im Alter von 4 Monaten wurde bei ihm mit einem regelrechten Unterricht begonnen, wobei der Sittich eine staunenswerte Nachahmungsgabe entwickelte. Einzelne Worte oder kurze, aus 2—3 Worten bestehende Sätze, die ihm im Laufe des Tages etwa 4—5mal in je zehnmaliger Wiederholung vorgesprochen wurden, erlernte der Vogel innerhalb weniger Tage. Wie groß die Auffassungsgabe des Tieres ist, geht aus dem von *Lucanus* veröffentlichten Protokoll hervor, welches er bei dem Sprachunterricht führte. Das Repertoire umfaßt eine größere Reihe von Worten und ganzen Sätzen, den Gesang einiger Strophen, geprüfte Signale, Nachahmung der Stimmen anderer Vögel und Imitationen menschlicher Laute. Das einmal Gelernte behielt der Sittich im allgemeinen gut. Das Nachahmungstalent ließ mit dem Alter des Tieres, wie man dies bei anderen Arten oft beobachtet hat, nicht nach. Nur in einem Falle konnte *Lucanus* beobachten, daß der Vogel mit den erlernten Worten bestimmte Vorgänge verbindet. Nach den von ihm gemachten Wahrnehmungen möchte er daher nur eine geringe Assoziationsfähigkeit seines Sittichs annehmen. Er betont in seiner interessanten Veröffentlichung, „daß es sich bei der geistigen Begabung des von ihm aufgezogenen Vogels offenbar lediglich um ein reines Nachahmungsvermögen handelt, das freilich durch die Gabe schneller Auffassung sowie durch ein vorzügliches Gedächtnis selten hoch entwickelt ist“. *Lucanus* schließt seine wertvollen Mitteilungen mit einem sehr interessanten Hinweis. Er erinnert daran, daß die Papageien, die vielfach in der Gefangenschaft eine so starke Nachahmungsfähigkeit bekunden, in dem Freileben gar nicht spotten. Daß ein Tier aber in der Gefangenschaft, führt *Lucanus* weiter aus, „plötzlich ein Talent zeigt, welches im Freileben gar nicht zur Geltung kommt und infolgedessen durch den mangelnden Gebrauch auch gar nicht ausgebildet sein kann, ist eine Erscheinung, die mit den Gesetzen der Entwicklung und Vererbung nur schwer in Einklang zu bringen ist und jedenfalls von einem sehr regen und hochentwickelten Seelenleben der Psittaciden zeugt“.

Der Glaube an den **Winterschlaf der Vögel** ist uralte. Selbst in neueren Werken wird die Frage noch als eine offene behandelt, wie *Wesemüller* in einer im Journal für Ornithologie veröffentlichten Untersuchung nachgewiesen hat. Vor kurzem noch wurde Ref. in der Mark von einem Manne erzählt, daß er in seiner Jugend gesehen habe, wie man Staare im Frühling aus dem Schlamm eines Sees hervorgeholt habe, die nach

einiger Erwärmung munter davongeflogen wären. Schon in frühester Zeit hat es klar sehende Naturforscher gegeben, die gegen diesen Aberglauben Front machten. So der berühmte Rektor des Berliner Gymnasiums zum Grauen Kloster *Johann Leonhard Frisch*. In seinem großen Werke „Vorstellung der Vögel Deutschlands“ (1733—1763) suchte er seinen Zeitgenossen die Unmöglichkeit des Winterschlafes der Vögel nachzuweisen. *Wesemüller* hat nun in seiner Arbeit die Frage gestellt, wie es möglich sei, daß eine solche Fabel sich so lange halten und als ernstlich geglaubter Gegenstand durchsetzen konnte. Die Erklärung für diesen tief eingewurzelten Volksglauben möchte er nicht in irrigen und falsch gedeuteten naturwissenschaftlichen Beobachtungen, als vielmehr in einer Nachwirkung uralter mythologischer Vorstellungen erblicken. Er geht in seiner Arbeit auf die alten germanischen Mythen des schlafenden Sonnenvogels, wie sie in den Forschungen *Wilhelm Mannhardts* niedergelegt sind, näher ein. Wenn die schöne Jahreszeit schwindet und die grauen Tage beginnen, dann geht der leuchtende Sonnenvogel zur Ruhe, um erst im Frühling zu neuem Leben zu erwachen. Diese Idee vom Winterschlaf der mythischen Wolkenvögel ist überall in deutschen Volke vorhanden und weit verbreitet gewesen. Die Annahme *Wesemüllers*, daß sich dieser Volksglaube schließlich auf die wirklichen Vögel übertragen habe, ist nicht von der Hand zu weisen.

H. Schalow, Berlin.

Das numerische Verhältnis der Geschlechter in der Vogelwelt. (*Journal für Ornithologie* 1917, Bd. 2, Festschrift für Geheimrat Prof. Dr. *Reichenow*.) Im Gegensatz zu der allgemein verbreiteten Ansicht, daß unter den Vögeln das männliche Geschlecht stärker vertreten ist als das weibliche, führt der Verfasser zahlreiche Beispiele an, die eine Mehrzahl der Weibchen bekunden. So fand sich unter 14 vollzähligen Bruten junger Singvögel, Spechte und Eisvögel nur in 4 Fällen eine Mehrzahl an Männchen, dagegen in 5 Fällen eine Mehrzahl an Weibchen und einmal sogar eine nur aus Weibchen bestehende Nachkommenschaft, während in vier Fällen die Anzahl der Geschlechter eine gleiche war. Ein besonders starkes Überwiegen des weiblichen Geschlechts macht sich bei den Raubvögeln bemerkbar. *Falz-Fein* erlegte in seinem Tierpark in Askania-Nova innerhalb eines Tages 8 Rötelfalkenweibchen an derselben Nisthöhle, die sich nacheinander dem ledigen Männchen zugesellten. Ähnliche Beobachtungen wurden auch beim Sperber und Wanderfalken gemacht.

Verfasser beobachtete, daß unter den im Herbst umherstreichenden Gimpelscharen die jungen Männchen der zweiten Brut, die als solche an der noch rückständigen Mauser erkenntlich waren, erheblich zahlreicher waren als die Weibchen, während die bereits vermauserten Vögel, also Junge der ersten Brut oder Alte, zum größten Teil weiblichen Geschlechts waren. Von den oben erwähnten 14 Vogelbruten entstammten alle Bruten mit einer Mehrzahl der Weibchen der ersten Fortpflanzungsperiode im Frühjahr, die Bruten mit einer Mehrzahl der Männchen größtenteils aus der zweiten Fortpflanzungsperiode. In allen diesen Fällen ist also in der ersten Brut vorwiegend weibliche, in der zweiten Brut vorwiegend männliche Nachkommenschaft erzeugt worden, was vielleicht ein allgemeines Naturgesetz in der Vogelwelt ist.

Wenn dies Naturgesetz sich bewahrheitet, so lassen sich folgende Schlüsse daraus ableiten:

1. Bei allen Vogelarten, die jährlich nur einmal brüten, muß das weibliche Geschlecht erheblich zahlreicher sein. Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht die Tatsache, daß bei den nur einmal jährlich brütenden Raubvögeln die Weibchen in bedeutender Überzahl vorhanden sind.

2. Bei den zweimal jährlich brütenden Vögeln muß das Geschlechtsverhältnis ungefähr ein gleiches sein, da die Mehrzahl der in den ersten Bruten erzeugten Weibchen durch die Mehrzahl der Männchen in den zweiten Bruten ausgeglichen wird.

3. Bei den Vogelarten, die mehr als zweimal im Sommer brüten, muß sich eine erhebliche Mehrzahl an Männchen bemerkbar machen, da in den späteren Bruten vorwiegend männliche Nachkommen erzeugt werden. Bei dem 3—4-mal im Sommer brütenden Haussperling ist auch tatsächlich das männliche Geschlecht ganz beträchtlich zahlreicher als das weibliche; denn Bilder, wo 6 oder noch mehr Männchen in heftiger Fehde um ein Weibchen bemüht sind, kann man im Frühling und Sommer täglich beobachten.

Zur Bekräftigung seiner Ausführungen weist *v. Lucanus* auf die neuesten Forschungen der Physiologie hin, wonach das weibliche Geschlecht ein Geschlechtschromosom mehr besitzt als das männliche. Zur Erzeugung des weiblichen Organismus gehört also mehr Kraft und Stoff als zum Aufbau des männlichen Organismus, und man kann daher vermuten, daß die Körperbeschaffenheit der Eltern das Geschlecht der Nachkommen beeinflusst. Als Beweis führt *v. Lucanus* die Fortpflanzungsgeschichte der Insekten an. Während die männlichen Hymenopteren parthogenetisch erzeugt werden, gehen die weiblichen nur aus befruchteten Eiern hervor, ihre Entwicklung beansprucht also die doppelte Chromosomenzahl. *Lucanus* machte bei der Zucht buntfarbiger Ziermäuse die Erfahrung, daß durch Inzucht stark degenerierte Elterntiere in der Mehrzahl männliche Nachkommen erzeugten, während unter normalen Verhältnissen das Geschlechtsverhältnis annähernd ein gleiches war mit nur geringer Mehrzahl der Weibchen. Durch Blutauffrischung mit wilden Hausmausmännchen gelang es *Lucanus*, die Zahl der weiblichen Jungen wieder zu heben.

Vom physiologischen Standpunkt aus erscheint daher die Annahme, daß die Vögel in der ersten Brut mehr weibliche, in den späteren mehr männliche Nachkommen erzeugen, vollauf gerechtfertigt. Im Frühjahr zu Beginn der Fortpflanzungszeit stehen der Fortpflanzungstrieb und die Entwicklung der Geschlechtsorgane auf dem Höhepunkt; der ganze Organismus befindet sich in vollster Kraft. Infolgedessen wird die weibliche Tendenz in den Keimzellen überwiegen. Bei den späteren Bruten dagegen ist der Organismus der Eltern durch das vorangegangene Brutgeschäft und die mühsame Aufzucht der Jungen, die die eigene Ernährung beeinträchtigte, erheblich geschwächt, was auch die Geschlechtschromosomen ungünstig beeinflusst und daher die männliche Tendenz in den Keimzellen begünstigt.

Am Schluß der Arbeit weist der Verfasser auf die Erfahrungen hin, die in der Geflügel- und Kaninchenzucht hierüber gemacht sind, aus denen sich aber keine Schlüsse auf die Verhältnisse in der Natur ableiten lassen, wo die Tiere unter ganz anderen Einflüssen und Bedingungen leben und daher auch ganz andere biologische Grundsätze zur Geltung kommen.

Autoreferat.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 47.

23. November 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Johannes Diederich van der Waals zu seinem 80. Geburtstage. Von Prof. Dr. P. Zeeman, Amsterdam. S. 701.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1916. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Charlottenburg. (Schluß). S. 704.

Besprechungen:

C. K. Schneiders Illustriertes Handwörterbuch der Botanik. Von E. Heinricher, Innsbruck. S. 706.

Sapper, Karl, Geologischer Bau und Landschaftsbild. Von Robert Gradmann, Tübingen. S. 707.

Steinmann, G., Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. Von Hans Lautensach, Hannover. S. 708.

Werth, E., Das Eiszeitalter. Von Hans Lautensach, Hannover. S. 708.

Kossmat, F., Paläogeographie. Von Th. Arldt, Radeberg. S. 708.

Zuschriften an die Herausgeber:

Absolute Zeitmessung in der Geologie auf Grund der radioaktiven Erscheinungen. Von Robert W. Lawson, Wien. S. 709.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Nordarabien auf Grund eigener Forschungen. S. 709.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein). Die erdmagnetische Aktivität. S. 710.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Perihelbewegung des Merkur. Die tektonische Geschichte Mexikos. Der dritte Bericht über die von der Wiener Anthropol. Gesellschaft in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien. Zum Problem der natürlichen Peptidsynthese. Aus dem Vulkaninstitut Immanuel Friedländer. S. 711–712.

Osram-Azo

Das konzentrierte Licht

bis 2000 Watt

Für Innen- und Außen-Beleuchtung hervorragend geeignet. Geringe Kosten bei sparsamstem Stromverbrauch. Auer-Gesellschaft, Berlin O. 17

OSRAM AZO

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6. 13. 26. 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen unserer Ernährung

unter besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit

von

Emil Abderhalden,

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität zu Halle a. S.

Mit 2 Textfiguren. — Preis M. 2.80.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort. — Einleitung.

Unsere Nahrungsstoffe: I. Die organischen Nahrungsstoffe. II. Die anorganischen Nahrungsstoffe.

Die Herkunft unserer Nahrungsstoffe.

Das Verhalten unserer Nahrungsstoffe in unserem Verdauungskanal.

Sind wir nach dem Bau unseres gesamten Nahrungskanals für reine Pflanzennahrung oder für Fleischnahrung oder für ein Gemisch beider bestimmt?

Einfluß des Appetits der Nahrungsaufnahme auf die Abgabe der Verdauungssäfte.

Der Zellstoffwechsel.

Die Mengen der zur Ernährung notwendigen Nahrungsstoffe.

Die wichtigsten Methoden zur quantitativen Verfolgung des Stoffwechsels.

Die Frage des Eiweißbedarfes.

Die Ausnutzung der verschiedenen Nahrungsmittel am Darmkanal.

Die unter verschiedenen Bedingungen zur Vollführung der Leistungen des Organismus notwendigen Energiemengen.

Die Frage der Ersetzbarkeit eines Nahrungsstoffes durch einen anderen.

Bedarf es der besonderen Zufuhr von Mineralstoffen (Salzen) und anderen Nahrungsstoffen?

Besteht die Möglichkeit der Entstehung von Störungen durch die einseitige Aufnahme bestimmter Nahrungsmittel?

Der Stoffwechsel des wachsenden Organismus.

Ist die jetzige Art unserer Ernährung ausreichend?

Vor kurzem erschien:

System der Ernährung

von

Dr. Clemens Freiherr von Pirquet,

ö. ö. Professor für Kinderheilkunde und Vorstand der Universitäts-Kinderklinik in Wien

Erster Teil

Mit 3 Tafeln und 17 Abbildungen. — Preis M. 8.—

Inhaltsverzeichnis:

Allgemeine Übersicht.

Die Milch als Nahrungseinheit.

Nahrungsbrennstoffe.

Nahrungsbaustoffe.

Sitzhöhe und Körpergewicht.

Sitzhöhe und Darmfläche.

Körpergewicht und Darmfläche.

Ernährung nach der Darmfläche.

Tafel zur Ernährung des Menschen.

Tafeln für den Einkauf von Nahrungsbrennstoff und Nahrungseiweiß.

Literaturverzeichnis.

Sachverzeichnis.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

23. November 1917.

Heft 47.

Johannes Diederich van der Waals zu seinem 80. Geburtstage.

Von Prof. Dr. P. Zeeman, Amsterdam.

Johannes Diederich van der Waals vollendet am 23. November 1917 sein 80. Lebensjahr.

Wir wollen versuchen, hier über die Lebensarbeit *van der Waals'* eine kurze Übersicht zu geben, obgleich wir dabei von vornherein von der Unmöglichkeit überzeugt sind, unsere Bewunderung auch denen voll mitzuteilen, die nur als Zuschauer der Entwicklung der Physik folgen können. Aber auch der Fernerstehende wird die seltene Einheit und Ganzheit, welche die Leistungen *van der Waals'* kennzeichnen, verstehen und schätzen können. Es sind drei fundamentale Gedanken, in denen *van der Waals'* schöpferische Tätigkeit gipfelt, drei Leistungen, von denen jede für sich genügt hätte, um ihrem Schöpfer einen bleibenden Ruhm in der Wissenschaft zu sichern. Diese drei größten Ruhmestitel sind: die Zustandsgleichung, das Gesetz der übereinstimmenden Zustände, die Theorie der binären Mischungen.

Schon die Tatsache, daß bei deren Veröffentlichung ihr Schöpfer 36, 43, 52 Jahre zählte, beweist, daß der wissenschaftliche Typus *van der Waals'* durchaus der des Klassikers, nach der Unterscheidung *Ostwalds*, ist. —

Die äußerst wichtige Tatsache, daß viele Substanzen bei derselben Temperatur sowohl als Dampf, wie als Flüssigkeit bestehen können, hatte schon früh die Frage aufkommen lassen, ob die Gase, welche die Chemie uns zur Verfügung stellt, vielleicht Dämpfe außerordentlich flüchtiger Flüssigkeiten sind.

Obgleich es gelang, mehrere dieser Gase zu verflüssigen, gab es doch einige wenige, welche trotz Anwendung sehr hoher Drucke bei den Versuchen gasförmig blieben und seitdem mit dem Namen permanente Gase geschmückt wurden.

Faraday (1845) erkannte zwar richtig, daß gleichzeitige Verwendung großer Drucke und starker Abkühlung zur Verflüssigung der Gase förderlich war, es blieb aber *Andrews* (1863, 1869) vorbehalten, am Beispiel der Kohlensäure zu zeigen, daß es eine „kritische“ Temperatur gibt, oberhalb welcher auch die höchsten Drucke keine Spaltung der Substanz in „Flüssigkeit“ und „Dampf“ mehr zu erzeugen vermögen. Weiter konnte *Andrews* nachweisen, daß es möglich ist, Dampf auf kontinuierliche Weise in Flüssigkeit überzuführen und ebenso den umgekehrten Prozeß durchzuführen. Das Verständnis dieser Resultate und einer Menge allgemeiner und besonderer Zusammenhänge gelang *van der Waals* durch die Entdeckung,

welche er 1873 in seiner Dissertation „*Over de continuïteit van den gas- en vloeistof-toestand*“ mitteilte, und welche gipfelt in der Aufstellung einer aus der Theorie abgeleiteten Beziehung zwischen Druck, Volumen und Temperatur für die flüssigen und dampfförmigen Zustände. Wie *van der Waals* in seinem Nobelvortrag erzählt, kam ihm der erste Anstoß zu seiner Arbeit, als er nach seinen Universitätsstudien Kenntnis nahm von einer Abhandlung von *Clausius* (1857) über die Art der Bewegung, welche wir Wärme nennen. Die Vorstellung, daß ein Gas aus einer großen Anzahl Moleküle besteht, welche sich mit großer Geschwindigkeit bewegen, war zu einer Theorie entwickelt, woraus die Gasgesetze abgeleitet wurden. Die Arbeit von *Clausius* war *van der Waals* eine Offenbarung, zugleich kam ihm der Gedanke, daß, wenn ein Gas in äußerst verdünntem Zustand „aus sich bewegenden kleinen Körpern besteht, es doch selbstverständlich ist, daß dies auch der Fall ist, wenn man das Volumen kleiner macht; ja dann muß dies noch der Fall sein bis zur äußersten Verdichtung und auch bei den sogenannten Flüssigkeiten, welche doch nur als verdichtete Gase bei niedriger Temperatur zu betrachten sind. Und so entstand bei mir der Gedanke, daß es keinen wesentlichen Unterschied gibt zwischen dem gasförmigen und dem flüssigen Zustand der Materie“; der Gedanke also der Kontinuität. *Van der Waals* brachte in der Theorie der verdünnten Gase, die zum Boyleschen Gesetz führt, zwei Umstände in Rechnung: einerseits die Anziehung der Moleküle, andererseits das Volumen der Moleküle. Die Berücksichtigung beider Voraussetzungen führt ihn dann „gewissermaßen durch Inspiration“, wie *Boltzmann* es ausdrückt, zu der Gleichung:

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = R T$$

In dieser „Zustandsgleichung nach *van der Waals*“ sind mit p , v , T Druck, Volumen und Temperatur, mit R , a , b Konstanten, welche von der Natur des betrachteten Gases abhängen, bezeichnet. a trägt der Anziehung der Moleküle Rechnung, b rührt her von der Größe der Moleküle. Die erste Konstante bestimmt die Anziehung zweier Schichten einer Flüssigkeit, und spielt eine Rolle in der von *Laplace* entwickelten Kapillartätstheorie. Sie fällt bei *Laplace* aber stets aus den Endgleichungen heraus und konnte dann auch von ihm nicht gefunden werden. Die Wahl des Gegenstandes der ersten Schrift *van der Waals'* war gerade dem Wunsche entsprungen, die genannte Konstante numerisch zu bestimmen, wie in der Vorrede von ihm mitgeteilt wird.

Durch die Entdeckung *van der Waals* konnte nun die Kontinuität aus dem Wesen der Substanz erklärt werden. Man verstand jetzt die Bedeutung der kritischen Erscheinungen, sowie der Abweichungen vom Boyleschen Gesetz. Es konnten *a* und *b* aus der Kompressibilität gasförmiger Kohlensäure bestimmt werden, und aus diesen Werten nach einfachen Formeln die kritischen Daten berechnet werden, wobei sich eine schöne Übereinstimmung mit *Andrews* Beobachtungen ergab. *Van der Waals* konnte auch aus den Beobachtungen bei Zimmertemperaturen kritische Temperaturen vorhersagen. So findet er für Luft — 158°, eine Temperatur, die damals nicht zu verwirklichen war und in der Nähe der viel später experimentell bestimmten (— 140°) liegt.

Schließlich sei noch erwähnt, daß beiläufig aus der Theorie *van der Waals'* Schätzungen über Zahl und Größe der Moleküle sich ergaben, die mit späteren Bestimmungen in beachtenswerter Übereinstimmung sind.

Die einfachen Vorstellungen *van der Waals'* ergaben in großen Zügen eine so schöne Anpassung an die Natur, daß die Dissertation — Ausnahme der Ausnahmen — überall als eine Meisterarbeit anerkannt wurde.

Schon 1874 widmete *Maxwell* ihr einen Artikel in der englischen Zeitschrift „*Nature*“. *Maxwells* Prophezeiung „that there can be no doubt that the name of *van der Waals* will soon be amongst the foremost in molecular science“ wurde in glänzendster Weise bestätigt. Ebenso seine spätere Bemerkung: „It certainly has directed the attention of more than one inquirer to the study of the Low-Dutch language in which it is written“.

Von äußeren Schicksalen *van der Waals'* erwähnen wir hier, daß er, der Lehrer der Physik und später auch Direktor der höheren Bürgerschule im Haag war, 1877, als das alte „*Athenaeum Illustre*“ (1632 gegründet) in Amsterdam zur Universität erhoben wurde, daselbst zum Professor ernannt wurde.

Schon 1880 gelang *van der Waals* seine zweite große Entdeckung: das Gesetz der übereinstimmenden Zustände, ein Gesetz, das, insoweit es das thermische Verhalten betrifft, in jeder Substanz eine Kopie, aber nach verändertem Maßstab, einer anderen zu sehen gestattet. *Maxwell*, der 1879 starb, hat diese Generalisierung nicht mehr erlebt.

Van der Waals kommt zu seinem Korrespondenzgesetz scheinbar mühelos, in Wahrheit nach vergeblichem Ringen mit den größten Schwierigkeiten, dadurch, daß er eine erstaunlich einfache Operation ausführt. Messen wir den Druck in Bruchteilen des kritischen Drucks, das Volumen in Bruchteilen des kritischen Volumens, die Temperatur in Bruchteilen der kritischen Temperatur, so wird nach einer algebraischen Substitution in der Zustandsgleichung dieselbe für alle Substanzen identisch. Alles Spezifische, einer bestimmten

Substanz Eigentümliche ist weggefallen. Zwei willkürlich gewählte Substanzen erhalten vollkommen „übereinstimmende“ Zustandsdiagramme, nur muß man die Drucke, Volumina, Temperaturen in der angegebenen Weise, d. h. in übereinstimmenden, in korrespondierenden Zuständen vergleichen.

„Es ist nicht ganz leicht,“ wie *Nernst* sagt, „sich einen Begriff von, man möchte sagen, der Kühnheit dieser Gleichung zu machen, die das gesamte Verhalten aller homogenen, flüssigen und gasförmigen Substanzen gegenüber Änderungen des Drucks, der Temperatur und des Volumens zum Ausdruck zu bringen beansprucht.“ Es ist nun sehr merkwürdig, daß das Gesetz der übereinstimmenden Zustände sich der Natur viel besser anschließt, als die Abweichungen der einzelnen Substanzen von der Zustandsgleichung zu hoffen erlaubten.

Das Gesetz hat sich als ein sehr sicherer Führer bewiesen bei der Bestimmung der Methode zur Verflüssigung des Wasserstoffs durch *Dewar* und des Heliums durch *Kamerlingh Onnes*.

Wasserstoff ist nach der Bezeichnung *Regnaults* „un gaz, plus que parfait“, da es vom Boyleschen Gesetz in der umgekehrten Richtung abweicht als die übrigen Gase. Auch beim Versuch von *Joule* und *Kelvin*, wobei die Wärmeerscheinungen bei der Dilatation der Gase gemessen werden, indem dieselben durch ein Rohr mit Wattepfropfen gepreßt werden, ist das Verhalten des Wasserstoffs eigentümlich. Bei allen Gasen finden *Joule* und *Kelvin* Abkühlung, nur beim Wasserstoff Erwärmung.

Es ist nun wieder eine wundervolle Leistung der *van der Waalschen* Theorie, daß man aus *a* und *b* berechnen kann, bei welcher Temperatur ein bestimmtes Gas dem Boyleschen Gesetze genau folgt (*Boylepunkt*) und bei welcher Temperatur (*Joulepunkt*) nicht mehr Abkühlung, sondern Erwärmung erfolgt.

Hier liegt auch die Erklärung des Verhaltens des Wasserstoffs. Unterhalb — 80° muß auch beim Wasserstoff Abkühlung auftreten. In der Luftverflüssigungsmaschine von *Lindes* kann nicht ohne weiteres Wasserstoff verflüssigt werden. Erst als *Dewar* Wasserstoff unterhalb des *Joulepunktes*, ja sogar unterhalb des *Boylepunktes* (der ja zweimal so tief liegt) abkühlte, gelang ihm am 10. Mai 1898 sein großartiger Versuch. Den Fachgenossen ist noch frisch in der Erinnerung, in welcher Weise *Kamerlingh Onnes* am 10. Juli 1908 die epochemachende Verflüssigung des Heliums gelang, wodurch die Pforte einer neuen Welt geöffnet wurde, wo die Elektronen und Atome fast unbehindert durch Wärmebewegungen ihre Geheimnisse hergeben müssen. Wie die Theorie *van der Waals'* dabei fortwährend *Kamerlingh Onnes* geführt hat, ist von diesem geschildert worden und liest sich wie ein spannender Roman.

Schon die Vorfrage: Gibt es auch für Helium ein a ? war nur durch genaue Messungen der Heliumisothermen bei Wasserstofftemperaturen zu erledigen. Wäre für Helium $a = 0$ gewesen, dann wäre die kritische Temperatur des Heliums Null und Verflüssigung unmöglich gewesen. Schließlich war es doch möglich, Boylepunkt und Joulepunkt des Heliums zu berechnen und die Vorfrage, ob das Helium mit Hilfe von Lindes Prozeß zu verflüssigen sei, im bejahenden Sinne zu erledigen. Leider können wir hier nicht weiter auf Einzelheiten eingehen, aber wer versteht nicht, daß ohne die Führung der Theorie *van der Waals'* das große Unternehmen *Onnes'* durch unzulängliche Rekognoszierung hatte scheitern müssen.

Man glaubt gerne, daß *Kamerlingh Onnes* recht glücklich war, als er seinem Freunde *van der Waals* kondensiertes Helium zeigen konnte.

Das dritte Gebiet, in welchem sich *van der Waals* grundlegend betätigt hat, ist die Theorie von den Gemischen gewesen. Die Probleme eines Systems gleicher Moleküle bieten schon manche große Schwierigkeit dar; ungleich verwickelter werden dieselben, falls verschiedene Arten von Molekülen in einem Raume zu gleicher Zeit verweilen. Schon die verschiedene Zusammensetzung eines Dampfes und des flüssigen Gemisches, der ihn aussendet, weist auf sehr eigentümliche Verhältnisse hin. Dabei kommt noch die Möglichkeit des Auftretens zweier sich im Gleichgewicht befindenden Flüssigkeitssysteme von verschiedener Zusammensetzung, wie das zum Beispiel bei Äther und Wasser vorkommt. *Van der Waals* hat in die verwirrende Mannigfaltigkeit solcher Erscheinungen Gesetz und Ordnung gebracht. Er tat das durch eine glückliche Kombination der molekularen Theorie mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, in derjenigen Form, in der ihn zuerst *Gibbs* in seinen Arbeiten über das Gleichgewicht heterogener Substanzen verwendet hat.

Van der Waals bedient sich zur graphischen Darstellung der Resultate seiner Formeln einer gewissen Oberfläche, die nach ihm benannte sogenannte *Psi*-Fläche. Mit Hilfe dieser Fläche, deren mathematische Eigenschaften vom Mathematiker *Korteweg* eingehend studiert sind, hat *van der Waals* viele Erscheinungen der Gemische, wenigstens qualitativ, erklären und öfters neue vorhersagen können. Es war, wie *van der Waals* bemerkt, eine meisterhaft geführte Untersuchung von *Kuenen* über Gemische von Kohlensäure und Chloromethyl, die Feuerprobe für seine Theorie. Da sehr viele Anwendungen der physikalischen Chemie mit der Theorie von Gemischen zusammenhängen, so verstehen wir, daß für eine ganze Reihe von Untersuchungen die Theorie der binären Gemische Ausgangspunkt wurde. Wie ausgedehnt das Gebiet ist, das durch die Gedanken *van der Waals'* befruchtet wurde, zeigt sich vielleicht am besten durch den Artikel „Die Zustandsgleichung“ von *Kamerlingh Onnes* und *Keesom*, der mehr

als 300 Seiten in der „Encyclopädie der mathematischen Wissenschaften“ einnimmt.

Wir können nicht auf sämtliche weitere Arbeiten *van der Waals'* im einzelnen eingehen. Wir erwähnen nur seine thermodynamische Theorie der Kapillarität und seine unablässigen Bestrebungen, die Zustandsgleichung mit konstanten Werten von a und b , welche nur qualitativ wichtige Resultate gibt, zu verbessern.

Nachdem *van der Waals* 1908 emiritiert worden war, als er das vom Gesetz dafür bestimmte Alter erreicht hatte, publizierte er 1910 seine Ansicht, daß in einer Flüssigkeit die Moleküle sich zeitweilig zu größeren Komplexen zusammenballen können. Diese „Scheinassoziation“, wie *van der Waals* sie nennt, um sie zu unterscheiden von der Assoziation, welche ihren Ursprung in chemischen Ursachen hat, scheint geeignet, um auch quantitativ vom Verhalten normaler Substanzen Rechnungen zu geben. *Van der Waals* hat seine Untersuchungen noch weiter verfolgt und vor einem Jahr noch einen Beitrag in den Sitzungsberichten der Amsterdamer Akademie publiziert.

Eine summarische Übersicht über eine große Lebensarbeit hat leicht etwas Unbefriedigendes, insofern der Eindruck geweckt wird, daß es sich um einzelne, besonders glückliche Einfälle handelt. In Wahrheit blühen diese Inspirationen wohl nur auf als Ergebnis angestrengtester innerer Arbeit. Wir bewundern bei *van der Waals* die großen Gedanken, aber auch den „Ernst, den keine Mühe bleicht“, die unermüdliche Treue an das ihm vorschwebende hohe Ziel, die Perioden wundervoller Arbeit, abwechselnd mit Perioden nicht weniger wundervoller Ruhe.

Unsere Skizze wäre recht unvollständig, wenn wir nicht der Hilfe und Förderung gedächten, die *van der Waals* am Anfang der physikalisch-chemischen Arbeiten *Bakhuys Roozebooms* demselben gegeben hat, und wir nicht den mächtigen Einfluß erwähnten, den der bewunderte Lehrer auf seine Schüler ausübte. Die Angabe der Leistungen erschöpft wohl nie, und gewiß nicht bei *van der Waals*, die ganze Persönlichkeit, und die Wiedergabe von Vorlesungen entspricht wohl selten deren unmittelbarer Wirkung.

Wir, denen es nicht vergönnt war, bei den Vorlesungen *van der Waals'* anwesend zu sein, können uns davon einigermaßen einen Begriff machen durch das in sehr glücklicher Weise von einem Schüler *van der Waals'*, Prof. Ph. Kohnstamm, herausgegebene „Lehrbuch der Thermodynamik“, welches nach den Vorlesungen bearbeitet wurde.

Wir wünschen dem großen Physiker noch manches glückliche Jahr erfrischender Muße und die Genugtuung, weitere Früchte reifen zu sehen auf dem Gebiete der Physik, wo die allgemeinen Charaktere der Substanz in den Vordergrund treten.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1916.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Karl Scheel,
Berlin-Charlottenburg,

Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
(Schluß.)

Abteilung III für Wärme und Druck.

Normalthermometer für die Platinskale.

Platinthermometer zeigten oberhalb 500°, insbesondere aber bei Erwärmungen auf 700° nicht die gewünschte Konstanz bezüglich des Widerstandswertes und seines Temperaturkoeffizienten. Es gelang die Ursache darin aufzufinden, daß der den Platindraht tragende Glimmerrahmen bei seiner Erhitzung Teile abgibt, die den Platindraht verunreinigen. Es wird deshalb empfohlen, statt des Glimmers unglasiertes Hartbrandporzellan zu verwenden. Gezähnte Kreuze, die aus diesem Stoff in derselben Form, wie sie für die Glimmerrahmen üblich sind, von der Kgl. Porzellanmanufaktur fertig bezogen wurden, veränderten den Draht auch bei einer Erhitzung auf 900° nicht in solchem Sinne, daß auf eine Verunreinigung geschlossen werden mußte. Erst nach längerer Erhitzung auf 1100° trat solche Veränderung in schwachem Maße wieder ein. In diesem Temperaturbereiche dürfte aber auch schon die Zerstäubung des dünnen Platindrahtes mitspielen.

Erstarrungspunkt des Antimons.

In der Reichsanstalt gereinigtes Antimon wurde bezüglich seines Erstarrungspunkts mit dem Kahlbaumschen Metall verglichen. Die Messung wurde mit dem Platinwiderstandsthermometer ausgeführt und auf diese Weise der Fixpunkt gleichzeitig in der Platinskale festgelegt. Innerhalb der Genauigkeitsgrenze von $\pm 0,1^\circ$ konnte kein Unterschied wahrgenommen werden. Übereinstimmend ergab sich nach der Ermittlung mit drei Thermometern der Erstarrungspunkt für beide Metallsorten zu 630,3°. Auch zeigten die Schmelzpunkte, die etwas weniger scharf zu messen sind, keinen Unterschied. — Day und Sosman hatten 630,0° für das Kahlbaumsche Metall angegeben. Der Unterschied von 0,3° fällt in die absolute Genauigkeitsgrenze der Platinskale.

Spezifische Wärme der Luft bei hohen Drucken.

Die spezifische Wärme der Luft wurde bei der mittleren Temperatur 60° zwischen 1 und 300 kg/cm² ermittelt. Die Beobachtungen lassen sich in diesem Intervall durch die Gleichung $10^4 c_p = 2414 + 2,86 p + 0,0005 p^2 - 0,000 010 6 p^3$ auf 1 bis 2 Promille genau darstellen. Die Gleichung liefert ein Maximum $c_p = 0,3033$ bei $p = 316$ kg/cm².

Druckabfall verdichteter Luft beim Strömen durch Rohre.

Durch Versuche wurde gefunden, daß man den Druckabfall in einem glatten Rohr bis zu einem absoluten Druck von 100 Atm. einigermaßen richtig durch eine von Blasius (1913) aufgefunden

und von Ombeck (1914) veränderte Formel darstellen kann.

Differentialmanometer für hohe absolute Drucke.

Ein Röhrenfedersystem, dessen Feder der Druck p_1 durch einen Anschluß zugeführt wird, ist in einen Hohlraum eingebaut, der durch einen zweiten Anschluß unter den Druck p_2 gesetzt wird. Die Stellung des Manometerzeigers wird durch ein Glasfenster beobachtet. — Das Differentialmanometer ist für einen Höchstdruck von 300 Atm. und für verschiedene Druckdifferenzen, je nach der Stärke der verwendeten Röhrenfeder bestimmt.

Prüfungstätigkeit.

Die Prüfungstätigkeit der Abteilung erstreckte sich auf 2087 Ausdehnungsthermometer, darunter 705 Stück hochgradige, geprüft in Temperaturen bis 575°, und 9 tiefgradige bis -190° ; hierzu kommen 9533 Fieberthermometer. — Ferner 231 elektrische und optische Thermometer, 19 Druckmeßinstrumente, 189 Apparate für Erdöl und 20 Untersuchungen verschiedener Art. In den unter der Kontrolle der Reichsanstalt stehenden Thermometerprüfungsanstalten wurden in Ilmenau 380 924 ärztliche und 1240 andere, in Gehlberg 145 721 ärztliche Thermometer (gegen 104 028 im Vorjahre) geprüft.

Hochschmelzbares Thermometerglas.

Für fundamental untersuchte Thermometer aus einem hochschmelzbaren Thermometerglas (Supremaxglas) von Schott und Gen., die bis nahe an 700° brauchbar sind, wurden die systematischen Abweichungen von der Skale der Reichsanstalt festgestellt. Die gewonnenen Resultate sind zahlenmäßig im Bericht mitgeteilt und erlauben die Anfertigung von Quecksilberthermometern aus dieser Glassorte lediglich auf Grund einer Kalibrierung und einer Beobachtung des Eis- und Siedepunktes.

Klassifizierung von Beleuchtungsgläsern.

Es hat sich gezeigt, daß die Haltbarkeit der Beleuchtungsgläser, wie Lampenzylinder und Lampenglocken, die bei offenen Flammen benutzt werden, hauptsächlich von ihrem Ausdehnungskoeffizienten abhängt: im allgemeinen ist nämlich die Haltbarkeit bei jähem Temperaturwechsel um so größer, je kleiner der Ausdehnungskoeffizient ist. Auf eine Anregung der Firma Schott und Gen. wird die Reichsanstalt auf Antrag den Ausdehnungskoeffizienten solcher Gläser ermitteln und sie je nach der Größe der Koeffizienten in die folgenden Klassen einreihen:

Klasse	Linearer Ausdehnungskoeffizient zwisch. 0 u. 100°	Bezeichnung
I	0 bis $3,5 \cdot 10^{-6}$	hochhitzebeständig
II	3,6 „ $4,5 \cdot 10^{-6}$	guthitzebeständig
III	4,6 „ $5,5 \cdot 10^{-6}$	mäßighitzebeständig
IV	5,6 „ $6,5 \cdot 10^{-6}$	schwachhitzebeständig
V	6,6 und höher	minderwertig

Die besten der bisher angefertigten Gläser gehören der II. Klasse an. Als maßgebender Ausdehnungskoeffizient gilt dabei zunächst der mittlere zwischen 0 und 100°; eine Erweiterung auf andere Temperaturbereiche bleibt vorbehalten. Um die für die Klasseneinteilung zuzulassenden Fehlergrenzen festsetzen zu können, sind vergleichende Messungen an verschiedenen geformten Körpern aus derselben Glasart in Angriff genommen. Die Prüfung selbst wird an 15 mm hohen Ringen ausgeführt, die vom fertigen Lampenzylinder abgeschnitten und im Fizeauschen Apparat auf ihre Ausdehnung untersucht werden.

Elektrisch geheizte Öfen für die Thermometerprüfung.

Für die Prüfung hochgradiger Thermometer zwischen 500 und 750° wurde ein elektrisch heizbares Luftbad, ohne Platin für die Heizspulen, konstruiert. Als Heizkörper dient ein aufrecht stehendes, der Länge nach geschlitztes Silitrohr von 60 cm Länge und 5 cm lichter Weite. Die beiden Stromanschlüsse befinden sich am unteren Ende; durch geeignete Abstufung des Widerstandes des Rohres bei der Fabrikation und durch die natürliche Luftbewegung wurde erreicht, daß die Stelle höchster Temperatur im oberen Rohrdrittel liegt. Zur Erfüllung der gestellten Anforderungen wurden um das Silitrohr drei auf die Rohrlänge verteilte Drahtwickelungen angeordnet, deren Heizstrom getrennt zu regeln war. Als Träger der Wickelungen diente ein Rahmen von Eisenstäben, auf welche Porzellanröllchen aufgereiht waren. Das Ganze wurde in ein Schamottrohr eingebaut. — Bei dieser Anordnung war die Temperatur zwischen 350 und 750° etwa 5 cm vom oberen Rohrende erst um 10° tiefer als an der wärmsten Stelle und je nach der Regelung der einzelnen Heizströme auf eine Länge von 15 bis 30 cm auf 10° konstant, was für die Vergleichung hochgradiger Thermometer vollkommen ausreicht. — Ferner wurden Versuche über die Verwendbarkeit von Eisenwickelungen zur Heizung von Salpeterbädern bis 500° begonnen.

Chemisches Laboratorium.

Normierte Metalle.

Über die normierten Metalle ist in einem besonderen Artikel in dieser Zeitschrift, Heft 25, S. 409, berichtet.

Reine Metalle.

Reines Nickel erhält man, auf nassem Wege, durch Reduktion der reinen Verbindungen als feines Metallpulver. — Wismut kann (vgl. den vorjährigen Bericht) zu den leicht zu reinigenden Metallen gerechnet werden, bei welchen sich wenigstens die vierte Reinigungsstufe technisch erreichen läßt. Nächst der rationellen Kristallisation des normalen Nitrates gewährt die hervorragende Kristallisationsfähigkeit des Metalles aus dem Schmelzfluß das beste Mittel zur Reini-

gung, da die meisten Verunreinigungen den Schmelzpunkt erniedrigen.

Die Versuche zur Reinigung des Antimons sind im wesentlichen abgeschlossen. Die Wahl der Reinigungsmethode (Kristallisation des salzsauren Antimonpentachlorids) hat auch die Frage nach der analytischen Kontrolle des Metalls befriedigend zu erledigen erlaubt. Für die Vollendung der präparativen Reinigung ist auch hier die Kristallisation des Metalls aus dem Schmelzfluß anwendbar, da fast alle Verunreinigungen eine Erniedrigung des Schmelzpunktes hervorrufen. Das in der Reichsanstalt gereinigte Metall ließ keine Verunreinigung an Kupfer, Blei und Eisen mehr erkennen. Technisch kann das Antimon, wie andere Metalle, unschwer bis zur vierten Stufe gereinigt werden und scheint daher zur Anwendung in der Reihe der Temperaturfixpunkte sehr geeignet zu sein.

Schwefelermittlung im Leuchtgas.

Zu den Versuchen wurde Platin als Kontaktsubstanz bei der Verbrennung des Gases unter genügendem Luftzutritt benutzt, wie es früher schon von anderer Seite geschehen ist. Der früher gebräuchliche Platinschwamm hat sich wegen seiner Veränderlichkeit bei dem Glühen als unzweckmäßig erwiesen und wurde durch stabile Spiralen aus dichtem Platingewebe ersetzt; die Apparatur und der Gasverbrauch wurden auf einen kleinen Maßstab gebracht. — Das durch die Leitung in der Reichsanstalt strömende Leuchtgas enthielt auf 100 m³ im Frühjahr 1912 52 bis 104 g, in der gleichen Zeit 1916 jedoch nur 16—38 g Schwefel. Diese bedeutende hygienische Verbesserung des Gases, welche auch vielfach den experimentellen Arbeiten zustatten kommt, wird größtenteils auf die rationelle Absonderung der entbehrlichen kondensierbaren Bestandteile des Gases (Karburierungsmittel usw.) während des Krieges zurückgeführt.

Präzisionsmechanisches Laboratorium und Werkstatt.

Prüfungstätigkeit.

Die Prüfungstätigkeit des Präzisionsmechanischen Laboratoriums erstreckte sich im Berichtsjahre auf Dickenmesser, eine Teilung auf Glas, Polarisationsrohre, Endmaße, Meßscheiben, Gewindebolzen, Stimmgabeln, Stoppuhren, eine Tertienuhr, Wärmeausdehnung eines Stahlgußstabes sowie auf 2 Zentrifugen.

Wissenschaftlich-technische Untersuchungen.

Die von Kriegs- und Prüfungsarbeiten freie Zeit wurde verwendet, eine Verbesserung und erhöhte Sicherung der Endmaßnormale der Reichsanstalt in Angriff zu nehmen. Das dringende Bedürfnis hierfür ist begründet in den stetig wachsenden Genauigkeitsanforderungen an solche Maße. Da die Genauigkeit der vorhandenen Normale durch Mängel im Planparallelismus der Endflächen begrenzt ist, wurde die Her-

stellung zweier Sätze neuer stählerner Endmaße in der Werkstatt begonnen, welche genau zylindrisch geschliffene Grundform mit kreisförmigen Endflächen besitzen. Zur Erzeugung vollkommener planparalleler Endflächen ist eine neue Schleifvorrichtung mit optischer Justierung gebaut worden, welche sich bereits gut bewährt hat.

Zur Vergleichung der neuen Normalmaße unter sich wurde eine neue, auf interferometrischem Prinzip beruhende Meßmaschine gemäß folgender Überlegung gebaut: Die beiden zu vergleichenden, voneinander wenig verschiedenen Maße mögen die Längen $N + \Delta n_1$ bzw. $N + \Delta n_2$ haben. Bringt man diese nacheinander zwischen zwei feste Anschläge vom Abstand $N + \Delta N$, so daß also $\Delta n_1 < \Delta N < \Delta n_2$ ist und sorgt dafür, daß die Endmaße in ihrer Anfangslage immer den einen, beispielsweise linken, Anschlag berühren, so bleiben zwischen $N + \Delta n_1$ und $N + \Delta n_2$ und der rechten Anschlagfläche die Luftspalte $\Delta N - \Delta n_1$ bzw. $\Delta N - \Delta n_2$, deren Dicken bequem interferometrisch meßbar sind und unmittelbar die Längendifferenz der Endmaße ergeben.

Stimmgabelprüfungen.

Besondere Schwierigkeit machte die Prüfung einer Reihe von Frequenzstimmgabeln, die mit den Normalstimmgabeln der musikalischen Tonreihe nicht direkt vergleichbar waren. Es waren darum erst neue Normale zu beschaffen, deren Schwingungszahlen mittels eines umgebauten Trommelchronographen aus der Schwingungszahl einer Normalstimmgabel ($a = 435$ Schwingungen) direkt abgeleitet wurden.

Werkstatt.

Die Beschäftigung für Kriegszwecke ließ die Tätigkeit der Werkstatt für die Reichsanstalt selbst stark zurücktreten. Indessen wurde doch eine beträchtliche Zahl Änderungen und Reparaturen erledigt. An größeren Apparaten wurden fertiggestellt die schon obengenannte Meßmaschine und die Schleifvorrichtung für Endmaße. Die Bearbeitung von Materialien für das Magnetische Laboratorium beanspruchte im Berichtsjahre besonders viel Zeit.

Veröffentlichungen.

Trotz der umfangreichen Kriegsarbeiten sind im Jahre 1916 aus der Reichsanstalt 22 wissenschaftliche und wissenschaftlich-technische Veröffentlichungen hervorgegangen.

Besprechungen.

C. K. Schneiders Illustriertes Handwörterbuch der Botanik. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage, herausgegeben von Prof. Dr. Karl Linsbauer, Graz. Leipzig, W. Engelmann, 1917. XXI, 824 S. und 396 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 25,—, geb. M. 28,—.

Das von C. K. Schneider 1905 in erster Auflage herausgegebene Handwörterbuch liegt nun in 2. Auf-

lage vor. Das spricht dafür, daß das Buch einem Bedürfnis Rechnung trägt, was bei der Unzahl in Verwendung genommener Termini technici ja leicht zu verstehen ist. Wird ja doch nach der Anschauung des Ref. von mancher Seite bei der Schaffung solcher Kunstdrucke des Guten eher zu viel geleistet. Wie man aus dem Vorwort der 2. Aufl. entnimmt, hat aber nur die Vorarbeiten für sie C. K. Schneider geleistet, während die Redaktion der Herausgabe Prof. Linsbauer leitete; er erfreute sich der Mithilfe zahlreicher Fachkollegen, die in zweckmäßiger Weise die Bearbeitung der ihnen zunächstliegenden Spezialgebiete übernahmen. Diese Mitarbeiter und die von ihnen behandelten Gebiete sind:

Prof. Dr. L. Diels, Berlin-Dahlem: Allgem. Pflanzengeographie.

„ „ R. Falck, Hannover-Münden: Pilze.

„ „ H. Glück, Heidelberg: Morphologie (bis auf das Spezialgebiet Dr. R. Wagners).

Kustos Dr. K. v. Keißler, Wien: Bryophyten und Pteridophyten.

Prof. Dr. E. Küster, Bonn: Pflanzenpathologie.

„ „ K. Linsbauer, Graz: Physiologie.

„ „ O. Porsch, Czernowitz: Anatomie, Embryologie und Blütenbiologie.

„ „ H. Potonie (+), Berlin: Paläobotanik.

„ „ N. Svedelius, Uppsala: Algen.

„ „ G. Tischler, Braunschweig: Zytologie, Vererbungslehre.

Dr. R. Wagner, Wien: Morphologie (Verzweigung, Blattstellungslehre, Infloreszenz).

Hofrat Prof. Dr. R. v. Wettstein, Wien: Artbildung.

Kustos Dr. A. Zahlbruckner, Wien: Flechten.

Diese Liste bürgt dafür, daß in dem Werke tüchtige Leistungen vorliegen, trotzdem daß, wie der Herausgeber sagt, „die Neuauflage des Handwörterbuches unter einem unglücklichen Stern stand“. Es ist erklärlich, daß der späte Redaktionswechsel, das Zurücktreten eines oder des andern Mitarbeiters vor Vollendung der Herausgabe, vor allem aber der ausgebrochene Weltkrieg der Schwierigkeiten genug mit sich brachten.

Als zweckmäßige Änderung gegenüber der ersten Auflage ist das Ausscheiden der etymologischen Ableitungen aus dem Texte zu bezeichnen; an deren Stelle trat eine für die Ableitung der Termini ausreichende Zusammenstellung der in Betracht kommenden Wörter des lateinischen und griechischen Sprachschatzes. Als prinzipielle Änderung wird auch hervorgehoben, daß „darauf verzichtet wurde, die einzelnen Termini durch mehr oder minder umfangreiche Auszüge aus den Quellenwerken zu erläutern; eine knappe, aber auch weiteren Kreisen verständliche Darstellung war unser Ziel“. Dem kann zugestimmt werden, insbesondere wenn die Tendenz des Herausgebers, „möglichst den Autor und die Quelle der einzelnen Termini und eventuell eine zusammenfassende Arbeit aus neuester Zeit namhaft zu machen, welche eine weitere Orientierung ermöglicht“, mehr Beachtung gefunden hätte. Der Herausgeber hat sie ja allem Anschein nach musterergültig beachtet, nicht so alle seine Mitarbeiter. Z. B. ist bei dem vom Ref. eingeführten Terminus „isolateraler“ Blattbau seiner Abh. in den Jahrbüchern f. wiss. Bot. nicht gedacht, obschon in derselben durch Studien die nicht ganz unbeträchtliche Verbreitung solchen Blattbaues in unserer Flora nachgewiesen wurde und richtig vorausgesagt war, daß der in den Lehrbüchern fast durchgehend allein behandelte dorsiventrale Bau in manchen Florengebieten fast herr-

schend durch den isolateralen vertreten sein wird. Kurze Zeit darauf wurde das von Volkens für die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste als tatsächlich nachgewiesen.

Im einzelnen wird wohl jeder Fachmann noch fehlender Termini genug finden und wird es empfehlenswert sein, nicht nur die Lehrbücher, sondern auch die Spezialliteratur noch sorgfältiger zu benutzen und so eine dritte Auflage vollständiger zu gestalten. Unter „Eiweißschläuche“ sind bestimmte Hyphen von Basidiomyceten genannt, bezüglich der von mir entdeckten „Eiweißschläuche“ der Cruciferen wird auf den Terminus „Myrosinzellen“ hingewiesen. Der von Guignard nachgewiesene Myrosingehalt dieser Elemente schließt aber die Berechtigung des ersteingeführten Terminus durchaus nicht aus, ja die Reaktionen und die Wahrscheinlichkeit sprechen dafür, daß Eiweiß der Hauptinhalt bildet und das Myrosin nur einen geringen Bruchteil desselben. Die Termini: Eiweißkristalle, Eiweißspindeln fehlen. Um noch auf einige fehlende aufmerksam zu machen, nenne ich noch folgende: Druckzelle, Widerstandsschicht, Dunkelkeimer, Lichtkeimer, traumatoogen, Augennektarium. Unter „Schlauchzellen“ wird auf die Gerbstoffschläuche verwiesen. Die von mir Schlauchzellen benannten Elemente der Fumariaceen sind aber keine Gerbstoffschläuche; die Annahme von Zopf hat sich als ganz und gar irrig erwiesen, er selbst hat später ihren Alkaloid-Gehalt festgestellt. Da der Inhalt aber kein einheitlicher ist, behielt ich die indifferente Bezeichnung „Schlauchzellen“ bei. Bei „Knorpelkollenchym“ wird auf Funk als Autor hingewiesen; im gleichen Jahre 1912 habe auch ich den Ausdruck verwendet. (Sitz.-Ber. der Wiener Akad. d. W., Juli.) Bei „Kollenchym“ wäre vielleicht auch auf das Vorkommen „verkorkten“ Kollenchyms, wie solches zuerst von Molisch, später auch von mir gefunden wurde, hinzuweisen gewesen.

In textlicher Hinsicht nur einige Bemerkungen. Wenn unter „Atavismus“ gesagt wird: Der Begriff ist namentlich unter dem Einfluß der exakten Erblichkeitsforschung „in Auflösung begriffen“, so scheint dabei doch einigermaßen über das Ziel geschossen. Zugegeben, daß die Erblichkeitsforschung zu einer Einschränkung des berechtigten Gebrauches führt, so kann sie meines Erachtens die Berechtigung des Ausdruckes in gewissen Fällen nicht aus der Welt schaffen. Das Erscheinen der Glieder des inneren Staminalkreises bei Iris, der mangelnden Staubblätter bei den Scrophulariaceen, sei es in rudimentärer Form oder völlig ausgebildet, die Vertretung von Staminodien durch funktionstüchtige Staubblätter wird man wohl auch fernerhin als Rückschläge zu bezeichnen haben. Bei „Parasiten, Parasitismus“ wäre die Kennzeichnung der Halbparasiten vorsichtiger zu treffen gewesen, denn wenn es von ihnen heißt, „sie entnehmen der Wirtspflanze nur Wasser und Mineralstoffe“, so ist dies entschieden zu weit gegangen. Wenn ein Großteil derselben auch nur dieses Nahrungszuschusses durch Parasitismus bedarf, so haben die neueren Untersuchungen doch so deutlich einen stufenweisen Übergang vom Hemiparasitismus zum Holoparasitismus nachgewiesen, daß dessen Betonung wohl angebracht erschiene. So wäre wohl auch Tozzia, die in zeitlicher Folge zuerst Holoparasit ist und dann zum Hemiparasitismus übergeht, zu erwähnen gewesen. S. 806 wird „endotopische Schleimbildung“ als nur bei den Lebermoosen vorkommend bezeichnet, was aber nach der gegebenen Definition entschieden unrichtig ist. Ich

brauche hier nur die Schleimzellen der Tiliaceen und Malvaceen zu nennen.

Die beigegebenen Abbildungen sind gut; ihre Auswahl scheint allerdings wesentlich davon abhängig gewesen zu sein, daß die Bilder in im Verlage von Engelmann erschienenen Werken vorhanden waren. Man hat den Eindruck, daß manche Abbildung ohne weiteres wegleiben hätte können, während die Aufnahme einer oder der andern zweckmäßig, gewiß aber mindestens gleichberechtigt gewesen wäre. Allerdings bringen einige der Mitarbeiter, besonders Porsch, auch Illustrationen aus ihren in anderem Verlage erschienenen Veröffentlichungen. Gewiß wird sich das Buch mit seinen 7000 erläuterten Termini nützlich und brauchbar erweisen; ebenso sicher wird aber bei einer 3. Auflage für Vervollständigung noch viel zu tun übrig bleiben.

E. Heinricher, Innsbruck.

Sapper, Karl, Geologischer Bau und Landschaftsbild.

Die Wissenschaft. Einzeldarstellungen aus der Naturwissenschaft und der Technik. Bd. 61. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1917. VII, 208 S. und 16 Abbildungen. Preis geh. M. 7,20, geb. M. 8,40.

Vor Jahresfrist hat der Berichterstatter in der Geographischen Zeitschrift den Vorschlag gemacht, im Geiste Alexander von Humboldts, jedoch unter voller Ausnützung aller neueren Fortschritte der Wissenschaft auch einmal die großen, den Erdball umspannenden Landschaftstypen wie die Tropenlandschaften, die Wüsten, Steppen, Polarlandschaften, Hochgebirge und Meeresküsten unter den umfassenden Gesichtspunkten der Gesamtgeographie durchzuarbeiten. Der Gedanke lag in der Luft; er war, wie sich jetzt herausstellt, sogar schon in Ausführung begriffen, und heute liegt er in dem schönen Werke von Karl Sapper bereits verwirklicht vor. Der Titel läßt das freilich kaum ahnen: „Geologischer Bau und Landschaftsbild“ — dabei erwartet zunächst wohl jeder eine Darstellung des Zusammenhangs zwischen innerem Bau und äußeren Formen der Erdrinde, und in dieser Erwartung werden wir auch nicht getäuscht; die morphologischen Hauptfragen sind darin in lehrreicher Weise durchgesprochen, wobei der Verfasser sichtlich bemüht ist, allen Richtungen, auch der neueren amerikanischen, Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, ohne die Unsicherheit und Unfertigkeit mancher Theorien zu verbergen. Aber das Buch hält viel mehr, als es verspricht. Neben den Oberflächenformen werden auch alle übrigen Elemente der Landschaft eingehend berücksichtigt: die stehenden und fließenden Gewässer, die Erscheinungen des Luftkreises, diese in besonders liebevoller und ansprechender Darstellung, die Pflanzen- und Tierwelt und dazu alles, was von Menschenwerk in der sichtbaren Landschaft von Bedeutung wird, und das ist ja in den heutigen Kulturlandschaften nicht wenig; selbst Gehörs- und Geruchsempfindungen und deren erstaunliche assoziative Wirkung sind dabei nicht vergessen. Dann folgt erst noch in einem zweiten, besonderen Teil die Darstellung der einzelnen Landschaftstypen: regenfeuchte Tropenlandschaft, offene Tropenlandschaft, tropische und subtropische Wüsten- und Halbwüstenlandschaft, feuchte Landschaft der gemäßigten Zone, Hochgebirge, subpolare und polare Landschaft, Meeres- und Küstenlandschaften. Unter den Lebenden war kaum einer so berufen zur Durchführung der umfassenden Aufgabe wie gerade der Verfasser. Ihm war es vergönnt, alle Erdteile und alle Zonen von Spitzbergen bis nach Australien nicht etwa nur flüchtig zu bereisen, vielmehr ansehnliche Gebiete in langjäh-

riger Arbeit zu durchforschen mit dem geschulten Blicke des Geographen, der auch auf die feinsten Einzelzüge achtet und überall nach den inneren Zusammenhängen fragt. Nur dadurch war eine so gleichmäßig lebensvolle Behandlung aller Gebiete und eine solche Fülle selbständiger, unmittelbar empfundener Bemerkungen und Beobachtungen möglich. Als roter Faden zieht sich auch durch diese Abschnitte das Grundthema des Buches insofern hindurch, als bei jeder einzelnen Landschaftsbeschreibung die Frage nach der Bedeutsamkeit des geologischen Baues für das Gesamtbild besonders aufgeworfen und beantwortet wird. Am stärksten macht sich der innere Aufbau bekanntlich in den Wüsten- und Polarlandschaften und ebenso in der Hochgebirgslandschaft geltend; in der regenfeuchten Tropenlandschaft erscheint er völlig verschleiert. Daß einzelne Gebiete, in denen der Verfasser ganz besonders zu Hause ist, auch in der Darstellung gebührend hervortreten, wie etwa der Vulkanismus oder die Lehre von den Bodenbewegungen, ist in den Augen des Kenners wohl nur ein Vorzug; die Tropenlandschaften sind mit einer Lebendigkeit und einer Wärme geschildert, daß man streckenweise den Ausführungen geradezu mit Spannung folgt. So kann das Buch als willkommene Ergänzung für jedes geographische Lehrbuch dienen, indem es das trockene Gerippe, das ein kurzgefaßtes Lehrbuch notgedrungen bieten muß, mit Fleisch und Blut erfüllt; aber auch als Vorbereitung für größere Auslandsreisen ist das knappgefaßte und dabei so inhaltreiche Werk jedermann aufs wärmste zu empfehlen. Dem Bedürfnis solcher Leser, die das Buch zugleich als Einführung in tiefergehende systematische Studien benutzen wollen, könnte durch etwas reichlichere Literaturangaben wohl leicht entsprochen werden. Dies als Wunsch für künftige Auflagen. Doch haben Verfasser und Verleger die streng schulmäßige Form vielleicht mit Absicht vermieden. Robert Gradmann, Tübingen.

Steinmann, G., Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. Aus Natur und Geisteswelt, Band 302. 2. Aufl. Leipzig, B. G. Teubner, 1917. 105 S. und 24 Abbild. Preis geh. M. 1.—, geb. M. 1,25.

Vorliegendes Werkchen ist aus Vorträgen entstanden, und so haften ihm die Vor- und Nachteile einer solchen Entstehung an. Von weitschauender Warte gibt Verfasser in flüssiger, klarer Sprache, die den Leser nie ermüden läßt, eine Übersicht über Methoden und Resultate eiszeitlicher Forschung in rein erdgeschichtlicher, klimatologischer, morphologischer, biogeographischer Hinsicht. Meisterhaft ist so die Einleitung, in der die großen, immer wiederkehrenden Vorgänge des erdgeschichtlichen Werdegangs berührt werden. Das Büchlein erschöpft aber seinen Gegenstand in weit geringerer Weise als die beiden vorher besprochenen, kaum wesentlich stärkeren Bändchen; es gibt Einblicke und Anregungen und führt in den Geist der Forschung ein, aber in der Behandlung der Gegenstände verfährt es ungleich; manche Fragen werden nur gestreift, andere kaum wichtigere in Breite behandelt. So fehlt eine Darstellung der allmählichen Entwicklung der Stein-, Bein-, Ton- und Metallindustrie des vorgeschichtlichen Menschen. Dafür ist die Beweisführung, daß das plötzliche Aussterben ganzer Geschlechter großer und mittelgroßer Tiere in der Diluvialzeit auf die willkürlichen Eingriffe des Menschen in die erdgeschichtliche Entwicklung zurückzuführen ist, sehr ausführlich gehalten. Überhaupt ist der biologische Abschnitt recht kurz ausgefallen, was

um so mehr zu bedauern ist, als die Morphologie des Eiszeitalters fast stets in dergleichen volkstümlichen Schriften breiter ausgeführt ist. In den den Kern bildenden Ausführungen über Morphologie und Chronologie des Eiszeitalters ist Verfasser großenteils Anhänger der „Alpen im Eiszeitalter“ von Penck und Brückner. Das gedankenreiche Werkchen bietet auch dem mit diesen Gegenständen Vertrauten noch manche wertvolle Anregung. Denn überall spürt man den über dem Stoff stehenden Gelehrten. Zahlreiche Kärtchen, Abbildungen und Zeichnungen vertiefen das Verständnis. Hans Lautensach, Hannover.

Werth, E., Das Eiszeitalter. Sammlung Göschel. H. 431. 2. Aufl. Berlin, G. J. Göschen, 1917. Preis M. 1.—.

Mit emsigem Fleiß hat Verfasser eine umfassende Menge von Tatsachen in streng sachlicher, nüchterner Sprache zusammengestellt. Aus ihr kann sich der aufmerksame Leser ein zusammenhängendes Bild vom Aussehen der Erde in den verschiedenen Phasen der Eiszeit machen und erhält zum Verständnis der heutigen Landschaftsformen wertvolle Fingerzeige. Allerdings verfährt Verfasser ziemlich dogmatisch, so daß der nicht Fachkundige manches, z. B. die Art, wie Werth sich die Entstehung des alpinen Taltroges vorstellt, für ein sicheres Allgemeingut der Wissenschaft halten muß, was nur die strittige Ansicht eines Kreises ist. Er behandelt, wie auch das hierunter besprochene Buch, ganz vorzugsweise Morphologie und Chronologie des Eiszeitalters, während die Biologie leider stark zurücktritt. Und in diesem morphologischen Hauptteil bespricht Verfasser jede Erscheinung, z. B. Zungenbecken, Rinnenseen, Fjorde, Asar, Jungmoränen, Drumlins erst vom Standpunkt der allgemeinen, dann von dem der regionalen Geologie, so daß manche Wiederholung und Breite unvermeidlich ist. Doch das sind Nebensachen, die den Wert des Büchleins nur wenig schmälern. Hans Lautensach, Hannover.

Koßmat, F., Paläogeographie. Geologische Geschichte der Meere und Festländer. Zweite verbesserte Aufl. Berlin, G. J. Göschen, 1916. 142 S. und 6 Karten. Preis M. 1.—.

Das wachsende Interesse, das der Paläogeographie entgegengebracht wird, findet einen erfreulichen Ausdruck darin, daß das kleine, aber eine gewaltige Materialfülle umfassende Werkchen eine neue Auflage erfordert hat. Da seit seinem ersten Erscheinen acht Jahre verflossen waren, machten sich bei dem raschen Fortschreiten der paläogeographischen Forschungen zahlreiche Änderungen und Erweiterungen nötig, die es durchaus auf der Höhe wissenschaftlicher Zuverlässigkeit erhielten. Besonders die neuen Arbeiten von Dacqué, Diener, Haug, Schuchert, Willis konnten gebührende Berücksichtigung finden. Diese Erweiterungen betreffen hauptsächlich die vorkambriische Zeit (sechs Seiten statt einer), das Kambrium in der Antarktis, das südliche Perm, die Trias in Asien und im Süden, die miozäne Verbindung zwischen dem Mittelmeer und dem Indischen Ozean, das Tertiär Afrikas. Dementsprechend wurden auch die Karten der Trias und der Kreide in einigen Einzelheiten abgeändert, von denen wir insbesondere das Auftreten eines Meeresarmes zwischen Ostafrika und dem lemurischen Gebiete bereits in der Trias und das Vorhandensein sudanischer Meere im Afrika der Kreidezeit hervorheben möchten. Dazu kommen zahlreiche kleine Verbesserungen. Auch sprachlich ist manche erfreuliche Änderung zu verzeichnen durch Verdeutschung ent-

behrlicher Fremdwörter und Beseitigung vieler Schreibweisen mit e, so in Kambrium, Karbon, Paläozoikum, Neokom, Eozän, Oligozän usw., in Akadien, im Pazifischen Ozean u. a. Auch die Wiedereinführung der Bezeichnung Dyas für Perm reiht sich hier an, wie wohl man hierüber verschiedener Ansicht sein kann. Aber warum schreibt man dann Cenoman, Araucarie, Zambesi (statt früher Sambesi), Jinac (statt früher Ginatz), Peaceriver statt Friedensfluß? Auch Karpaten schreiben die besten Atlanten ohne h. Hier könnte also noch weiter gebessert werden. Sonst erschiene noch wünschenswert ein Register, um den reichen Inhalt des Buches bequemer ausnutzen zu können. Dieses umfaßt übrigens nicht die Paläogeographie im ganzen Umfange. Die Methoden der Forschung werden kaum gestreift, Klimatologie und Orographie nur gelegentlich kurz berührt, Hydrographie und Biogeographie fast ganz übergangen. Dagegen findet von allgemeinen Entwicklungsgesetzen Wegeners Horizontalverschiebungslahre eine ablehnende Besprechung, wie sich *Koßmat* auch gegen eine absolute Konstanz der Ozeane und Festländer entschieden ausspricht. Alles in allem gibt aber das Buch eine sehr gute kurze Übersicht über alle wichtigen paläogeographischen Forschungen, die uns allein in den Stand setzen, den heutigen Aufbau der Erdoberfläche sowie die Verteilung der uns umgebenden Tier- und Pflanzenwelt zu verstehen. *Th. Arldt, Radeberg.*

Zuschriften an die Herausgeber.

Absolute Zeitmessung in der Geologie auf Grund der radioaktiven Erscheinungen.

In meinem vor kurzem in Ihrer Zeitschrift unter obigem Titel veröffentlichten Aufsatz behandelte ich auch die Verwendung der Intensität der Färbung von pleochroitischen Höfen zur Zeitmessung in der Geologie und meinte, daß *J. Joly* (März 1907) als erster ihren radioaktiven Ursprung erkannt habe. Wie ich nachträglich erfahren habe, ist *O. Mügge* (Centralblatt für Mineralogie, S. 397 [1907]: Beiblätter zu den Annalen 32, 127 [1908]) fast gleichzeitig und unabhängig von *Joly* auf dieselbe Erklärung gekommen und hatte auch bereits Versuche zu ihrer künstlichen Erzeugung mit Erfolg angestellt, als *Jolys* Mitteilung erschien. Da die Bestrahlung zum Teil sehr lange fortgesetzt werden mußte, sind die Ergebnisse weiterer Versuche und Beobachtungen erst zwei Jahre später (Centralblatt für Mineralogie 71, S. 65, 113 und 142 [1909]: Beiblätter zu den Annalen 34, 335 [1910]) veröffentlicht worden. Hierbei ist, wie auch schon in der ersten Mitteilung, auf die Bedeutung der Höfe für die Abschätzung des geologischen Alters der Gesteine hingewiesen und nach umfangreichen Feststellungen namentlich auch auf das interessante Resultat, daß die Höfe allen tertiären und posttertiären Gesteinen auch dann fehlen, wenn im übrigen die gleichen Bedingungen für ihre Entstehung wie in älteren gegeben sind. Weiter sind die radioaktiven Substanzen zum Teil isoliert und ihre Wirkung auf die photographische Platte mit der eines Radiumbromidkriställchens verglichen.

Im Müggeschen Laboratorium sind dann weitere Untersuchungen von *G. Hövermann* (Neues Jahrb. f. Min., Beilageband 34, S. 321 [1912]) ausgeführt worden und namentlich gezeigt, daß die durch künstliche Bestrahlung erzielten Wirkungen (Änderung der Färbung, der Stärke der Brechung und Doppelbrechung, der Auslöschungsschiefe usw.) durchaus mit den entsprechenden

Änderungen in den natürlichen Höfen übereinstimmen. Ferner konnte aus der Größe der vielfach ringförmigen Höfe auf die Natur der radioaktiven Substanz geschlossen werden.

Ich ergreife gern diese Gelegenheit, das Verdienst des Herrn *O. Mügge* und seines Mitarbeiters auf diesem Gebiete zu betonen, um so mehr als die genannten Arbeiten in fast sämtlichen Standardwerken über Radioaktivität leider, wie in meinem Falle, übersehen worden sind.

Zur Vervollständigung der Literatur möchte ich zum Schluß noch auf eine unlängst erschienene Abhandlung über „Radioaktive Höfe“ hinweisen, in welcher sich *J. Joly* (Nature, 99, 456 und 476 [1917]) auch mit der Frage der Altersbestimmung der Gesteine nach den radioaktiven und geologischen Methoden befaßt.

Wien, den 22. Oktober 1917.

Robert W. Lawson, M. Sc. (Dunelm).

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung am 20. Oktober 1917 hielt Herr Geheimrat Professor Dr. *Bernhard Moritz* (Berlin) einen Vortrag mit Lichtbildern über **Nordarabien auf Grund eigener Forschungen**. Arabien gehört noch heute zu den am wenigsten bekannten Ländern, trotzdem einer der wichtigsten Seewege des Weltverkehrs, derjenige vom Mittelmeer nach Asien und Ostafrika, mehr als 2000 km weit an der arabischen Küste entlang führt. Der Grund für die mangelhafte Erforschung liegt einmal in der unwirtlichen, wüstenhaften Natur des Landes, dann aber auch in der Feindseligkeit seiner Bewohner, die in ihrem Fanatismus jeden Fremden als ein unreines Wesen ansehen.

Zwei Typen von Wüsten beherrschen das Landschaftsbild. Die vulkanischen Steinwüsten, von den Arabern *Harra's* genannt, sind Lavafelder, auf denen die Oberfläche der Lavaströme oft merkwürdige Formen angenommen hat, die von den Eingeborenen in poetischer Weise mit liegenden Kamelen verglichen werden. Ihre Entstehung reicht in sehr jugendliche Zeiten, teilweise bis in das Mittelalter hinein. Noch 1256 wurde ein großer vulkanischer Ausbruch, der in der Nähe von Medina stattgefunden hatte, von einem Augenzeugen geschildert. Heute befindet sich keiner der zahlreichen Vulkanberge mehr in aktivem Stadium.

Die zweite Art der Wüsten sind Sandwüsten, von denen der Vortragende das 450 km lange Sandfeld *Nefüd* in Nordarabien ausführlich schilderte. Die Grenze gegen die Steppe im Westen ist so scharf ausgebildet, daß man tatsächlich mit einem Fuß in der Steppe, mit dem anderen im *Nefüd* stehen kann. Nach den vorgeführten Bildern zu urteilen, handelt es sich hier um die Auflagerung der steilgeböschten Leeseite des Dünengebietes auf den Steppenboden. Typisch sind die bogenförmigen Dünen, die unter dem Namen „*Barchane*“ aus allen großen Binnenwüsten bekannt sind. Die Bewohner sehen in deren hufeisenförmigem Grundriß die Hufspuren von Riesenpferden. So trostlos das Gebiet in der Trockenzeit ist, so ergiebig ist es im Frühling als Weideland. Die auch an Arten zahlreichen Futterkräuter und die 2 bis 3 m hohen Gebüsche machen es zu einem Paradies für die Beduinen; aber gegen Ende April vertrocknet die Vegetation in wenigen Tagen. Die Entstehung der Sandmassen wird in der Regel der Denudation des felsigen Untergrundes zugeschrieben, und in der Tat mag der Sand im Nordwesten des Gebietes von den dort anstehenden

Sandsteinfelsen stammen. Aber der Sand des Nefūd hat vielfach eine rote Farbe und dürfte daher nach Ansicht des Vortragenden das Verwitterungsprodukt des bei Tebuk an der Hedchasbahn vorkommenden roten Lateritbodens sein, das von den im Frühjahr oft mit großer Heftigkeit auftretenden Stürmen weit hin verbreitet wird. Die Vegetation dieser Oase muß durch Mauern oder übergestülpte Fässer gegen diese Sandstürme geschützt werden, die wie Sandstrahlgebläse wirken und z. B. an den Eisenbahnwagen den Farbenanstrich in kurzer Zeit restlos vertilgen.

Südlich des etwa zwischen 30° und 27° Nord gelegenen Großen Nefūd zieht sich das Kernland von Nordarabien, Negd, bis etwa zum Wendekreis des Krebses hin. Dieses Land hat nur einmal eine feindliche Invasion erlebt, aber niemals unter fremder Herrschaft gestanden, worauf die Eingeborenen nicht wenig stolz sind. Es ist jetzt leidlich bekannt und stellt ein etwa 700—900 m hoch gelegenes Steppenland dar. Im Nordosten hat unter der schützenden Hand der Fürsten des echt beduinischen Schammarlandes an vielen Orten etwas Ackerbau, wenn auch in beschränktem Maße eingesetzt. Der südliche Teil, im Süden des Wadi Erma, eines gewöhnlich trocken liegenden Stromes, der nach Nordosten verlaufend, in der Euphratniederung bei Basra ausmündet, gilt gegenwärtig als das beste Weideland. Aber noch vor 1000 Jahren gab es hier eine Menge Dörfer und Ansiedelungen mit Ackerbau und Palmenkultur. Auch Bergbau auf Eisen und Gold wurde hier getrieben, und selbst heute noch müssen Goldschätze in Dutzenden von Gruben vorkommen, denn die Beduinen bringen auf den Bazaren in Mekka Rohgold zum Verkauf. Mit den hier gezüchteten Kamel- und Schafherden wurde bis zum Ausbruch des Kriegs ein reger Exporthandel über die Sinaihalbinsel nach Ägypten getrieben. Der Vortragende hat noch im Sommer 1914 oft kilometerlange Herden dieser Tiere dorthin wandern sehen. Erfolgt die Entwässerung des Landes nach Osten durch das 950 km lange Wadi Erma, so führt nach Westen das 600 km lange Wadi el Hamd, das ebenso wie das erstere unter 41° Ost von Greenwich, aber 100 km südlicher entspringt und von Medina an nordwestlich fließend das Rote Meer erreicht. Der Fluß führt so selten Wasser, daß man es wagte, die Linie der Hedchasbahn durch das Bett des Wadi el Hamd zu legen. Eine im Januar 1910 herabkommende Flut zerstörte jedoch die Bahnstrecke. Im ganzen Negd gibt es keine Quellen, dagegen hat man mehrere bis 87 m tiefe Brunnen durch den Granit oder Sandstein hindurch bis zum Grundwasserspiegel ausgebrochen. Es ist unbekannt, von wem und mit welchen Mitteln diese großartige technische Leistung vollbracht wurde. Die Zunahme der Austrocknung und Wüstenbildung wird durch das Verschwinden von Städten und durch die Verödung der Pflanzen- und Tierwelt bewiesen. Wirkliche Bäume von 6 bis 8 m Höhe und Durchmesser bis zu 1 m kommen nur noch auf dem westlichen Randgebirge vor. Aber sie werden durch die Kohlenbrennerei der dortigen Beduinen, die in primitiver und daher unrationeller Weise betrieben wird, ausgerottet. Die Holzkohle wird in Suez teuer bezahlt. Auch weiße Ameisen arbeiten an der Vernichtung des Baumbestandes. Verschwunden sind von größeren Säugetieren der Löwe und der Esel. Der Strauß hat sich ins Nefūd zurückgezogen. Das Rind ist fast verschwunden und das arabische Pferd wird bald nur noch eine Mythe sein. Von Haustieren sind heute nur noch das Kamel und die Ziege von Bedeutung.

Der Südosten von Negd hat noch jetzt eine gewisse Zivilisation sich bewahrt. Hier gibt es einige Städte. Anéize mit 15 000, Beréde mit 7—8000, Schakra mit 5000 Einwohnern usw., deren Einwohner zum Teil rührige Großkaufleute sind. Der wegen Verschwindens der Pferderasse fast ganz eingegangene Pferdehandel hat die unternehmenden Kaufleute dieser Städte bis nach Ostindien geführt, wodurch die folgenschwere Bekanntschaft mit den Engländern gekommen ist. Die englische Politik hat es in meisterhafter Weise verstanden, den so gewonnenen Einfluß auszunützen, nicht bloß in Ost-, sondern auch in Westarabien, so daß die Ereignisse von 1915, die Aufrichtung eines Königreiches Higāz unter dem Großscherifen von Mekka nichts Überraschendes sein konnte.

An einer Reihe von Typen zeigte der Vortragende, wie die heutigen Araber nichts weniger denn eine einheitliche Rasse, sondern, wie schon in alter Zeit, ein wahres Völkermosaik sind, das durch das starke Eindringen von afrikanischen Elementen mit Vernegerung bedroht erscheint. Im Norden und Nordwesten treten die Neger oft in geschlossenen Kolonien auf.

Zum Schluß streifte er Zentral- und Südarabien, von dem nur die Ränder in wechselnder Breite bekannt sind. Das Innere wird ausgefüllt von einem 800 km langen und 600 km breiten ungeheuren Sandmeer, genau so groß wie die Iberische Halbinsel, der größte unbekannte und unbewohnte Fleck unseres Erdballs außerhalb der Polargebiete. Kein Mensch hat diese Wüste je durchquert oder ist tiefer in sie eingedrungen, und nur drei Europäer haben ihr Randgebiet erreicht. Seine Erforschung ist allein durch Luftschiffe möglich, am besten von Sana aus, der Hauptstadt der türkischen Provinz von Südwestarabien. O. B.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft. (Berliner Zweigverein.)

In der Sitzung vom 4. Oktober 1917 hielt Herr Geheimrat *Ad. Schmidt* (Potsdam) einen Vortrag über die **erdmagnetische Aktivität**. Als objektiv begründetes Maß der wechselnden Unruhe von natürlichen Vorgängen (erdmagnetischen Störungen, Schwankungen des luftelektrischen Potentialgefälles, der Turbulenz des Windes u. dgl.) hat der als einer der ersten Kriegsoffer der Wissenschaft ent-rissene Magnetiker der Deutschen Südpolarexpedition, *Friedrich Bidingmaier*, das mittlere Quadrat der Abweichungen des Verlaufs von dem als normal anzunehmenden Gange vorgeschlagen, indem er darauf hinwies, daß dieser Wert, von einem konstanten Faktor abgesehen, die mittlere Raumdichte der Energie der Schwankungen darstellt. Er hat zugleich, um die umfangreiche Berechnung dieser von ihm als Aktivität bezeichneten Größe möglichst zu vereinfachen, ein bequemes Näherungsverfahren angegeben. Auf seinen Wunsch erklärten sich einige der Hauptmagnetwarten bereit, die Beobachtungen des ziemlich störungsreichen Jahres 1915 nach seinem Verfahren zu bearbeiten. Dies ist inzwischen von seiten des Observatoriums Seddin (der Außenstation von Potsdam) geschehen, und in der Sitzung vom 4. Oktober berichtete der Unterzeichnete über die Ergebnisse dieser Arbeit, deren volle Würdigung allerdings erst möglich sein wird, wenn auch die Resultate der anderen Observatorien vorliegen werden. Er berichtete weiter über anschließende Untersuchungen, die der Frage galten, ob nicht auf anderem Wege gleichwertige Ergebnisse

mit einem wesentlich geringeren Arbeitsaufwande zu erzielen seien. In dieser Hinsicht hat sich gezeigt, daß für den täglichen Gang die einfache Auszählung der gestörten Stunden, für die Wertung des Störungsgrades der einzelnen Tage die internationalen Charakterzahlen einen brauchbaren Ersatz der Aktivität bilden, soweit nur relative Werte gebraucht werden. Für ihre Umrechnung auf absolute Werte genügt ferner ein einfaches, die täglichen Extreme benutzendes Verfahren. Die vorgeschlagene Aktivitätsbestimmung kann danach bei der Bearbeitung der laufenden Beobachtungen, bei der sie viel zu zeitraubend wäre, entbehrt werden, aber sie behält ihren Wert für Einzeluntersuchungen, vor allem für Fragen energetischer Natur.

Ad. Schmidt, Potsdam.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Auf Grund seiner allgemeinen Relativitätstheorie war es Einstein gelungen, die **Perihelbewegung des Merkur**, welche bisher allen Erklärungen getrotzt hatte, der Größe und Richtung nach in Übereinstimmung mit den Beobachtungen abzuleiten. Auf ganz anderem Wege versucht nun O. Lodge (*Phil. Mag.* (6) 34, S. 81, 1917) eine Deutung hierfür zu finden. Er stellt dazu die Hypothese auf, daß die Materie außer ihrer gewöhnlichen Massenträgheit bei hohen Geschwindigkeiten noch eine elektrische Trägheit (ähnlich wie ein schnell bewegtes Elektron) erhält, welche nicht der Gravitation unterworfen ist. Demnach bleibt die Gravitation für einen sich in seiner Bahn bewegenden Planeten konstant, seine Trägheit nimmt aber abwechselnd zu und ab, je nachdem die Komponente seiner Bahngeschwindigkeit im gleichen oder entgegengesetzten Sinne zu der allgemeinen gleichförmigen Bewegung des ganzen Sonnensystems verläuft. Je nach den besonderen Bedingungen tritt dabei eine allerdings geringe Änderung der Exzentrizität und ein Vor- oder Rückschreiten der Apsidenachse ein. Um bezüglich der Perihelbewegung des Merkur in Übereinstimmung mit der Erfahrung zu kommen, muß man der Komponente der wahren Sonnenbewegung durch den Äther in der Richtung der planetarischen Aphelbewegung einen Wert beilegen, welcher etwa gleich 2- oder 3 mal der der Erdbahngeschwindigkeit ist. Auch für die Perihelbewegung des Mars erhält man ein mit der Beobachtung übereinstimmendes Ergebnis, wenn man denselben Wert für die Kapteynsche Sonnen-+ Sterntrift annimmt und noch eine besondere Hypothese über die Richtung einführt.

Wie aber A. S. Eddington (*Phil. Mag.* (6) 34, S. 163, 1917) nachweist, bleibt die gute Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Theorie für die anderen Planeten nicht bestehen. Bezeichnet man nämlich mit ω die Länge des Perihels, mit e die Exzentrizität und mit d die Änderung im Jahrhundert, so ergibt sich für die gesamte Störung $ds = \sqrt{de^2 + (e \cdot d\omega)^2}$ die Beziehung $ds = K \cdot V/r^2$, wo K eine allen Planeten gemeinsame Konstante, V die Geschwindigkeit des Sonnensystems in der Bahnebene des Planeten und r sein Bahnradius ist. Berechnet man nun V auf Grund der Hypothesen von Lodge aus der beim Merkur beobachteten Perihelbewegung und nimmt man zunächst an, daß die Bahnen der vier inneren Planeten in einer Ebene liegen, so erhält man für ds die folgenden Werte, neben denen die beobachteten von $e \cdot d\omega$ und de angegeben sind:

	$e \cdot d\omega$ beobachtet	de beobachtet	ds ber.
Merkur..	$+ 8,24'' \pm 0,29''$	$- 0,88'' \pm 0,33''$	8''
Venus...	$- 0,06'' \pm 0,17''$	$+ 0,21'' \pm 0,21''$	2,3''
Erde....	$+ 0,07'' \pm 0,09''$	$+ 0,02'' \pm 0,07''$	1,19''
Mars....	$+ 0,64'' \pm 0,23''$	$+ 0,29'' \pm 0,18''$	0,51''

Wie man sieht, sind die Abweichungen zwischen Theorie und Beobachtung bei Venus und Erde so groß, daß man daraus den Schluß ziehen muß, daß es durch die von Lodge aufgestellte Theorie nicht möglich ist, die Perihelbewegungen der Planeten befriedigend zu berechnen.

B.

Die tektonische Geschichte Mexikos hat durch E. Haarmann, der sich schon früher¹⁾ mit der Zeitbestimmung der tektonischen und vulkanischen Vorgänge in Mexiko befaßte, erneute Förderung erfahren²⁾. Sie gleicht der mancher anderer, heute kontinentaler Gebiete mit paläozoischer Faltung und darauffolgender Senkung. Eine alte, kräftige Faltung des Devons wird diskordant von Perm überlagert. Danach setzt im Mesozoikum eine langandauernde Senkung ein, wie die mächtigen Schichtenfolgen dieses Zeitabschnittes beweisen. Die Übereinstimmung der Gesteinsbeschaffenheit in faciemer Hinsicht im Hochland von Mexiko und in den tieferen Randgebieten, die bis in die Kreidezeit hinein, und zwar bis zum Unterturon, herrscht, deutet auf gleichmäßige Meeresbedeckung des ganzen Gebietes bei ungestörter Sedimentation. Nach dem Unterturon wird diese absteigende Bewegung abgelöst durch eine Hebung. In dieser völligen Umkehr der tektonischen Verhältnisse muß gleichzeitig die Ursache der Faltung der in tiefere Regionen gelangten Schichten erblickt werden. Mit dem zunehmenden Ansteigen des Landes zeigen sich nunmehr deutlich erhebliche Abweichungen der Gesteinsbeschaffenheit gleichartiger Schichten in der Mesa Central und in ihrem Vorland. Der in der Nähe der Meeresoberfläche zunächst eingebnete Landblock wurde sehr bald durch Erosion zerrfurcht, die wasserbewegte Gerölle auf Bergen anderer Gesteinsbeschaffenheit hinterließ. In den Niederungen des jungen Festlandes, die man sich nach der Beschaffenheit ihrer Sedimente seicht und sumpfig vorzustellen hat, haben am Ausgang der Kreidezeit Dinosaurier gelebt. Gleichzeitig entstanden am Rande des aufsteigenden Blockes Kohlenbildungen, wie sie sich nach vorausgegangenen Krustenbewegungen häufig einzustellen pflegen. Mit fortschreitender Hebung des Blocks der Mesa schneiden sich die Täler immer tiefer in seine Oberfläche ein und stehen in Abhängigkeit zu den durch die Faltung bedingten Gesteinsstrukturen. Die Vorlandtäler erscheinen viel großartiger als die Mittentäler des Hochlandes, da sie Abfluß nach dem Meer besaßen, ständig ausgeräumt wurden und immer tiefer eingefurcht werden konnten. Ihre Höhenunterschiede treten also viel schroffer hervor als bei den ebenso hohen, aber verschütteten Gebirgskämmen der Mesa, deren Täler keinen Ausfluß zum Meer besaßen. Die aufsteigende Bewegung des mexikanischen Blocks ist noch immer nicht erloschen; noch immer zeigt sein am höchsten gehobener Südrand vulkanische und seismische Tätigkeit. Auf die Faltung folgte als wei-

¹⁾ Geologische Streifzüge im Staate Coahuila. Z. d. deutsch. geol. Ges. 1913, Monatsber., S. 18–47.

²⁾ Zur tektonischen Geschichte Mexikos. Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1917, Nr. 8, S. 176.

tere Nachwirkung die Gangbildung. Bis zur Unterlage der Schollen reichende Spalten ließen vulkanisches Magma und Thermalquellen den Weg nach oben finden und zahlreiche Flachspalten ausfüllen. Damit steht der gewaltige Reichtum Mexikos an Eruptiv- und Erzgängen in engem Zusammenhang. Die Gangbildung ist im wesentlichen auf Zerrung durch die Schwere an den Steilrändern des gehobenen Blocks zurückzuführen. W.

Der Anregung der Wiener Anthropologischen Gesellschaft, speziell des Präsidenten C. Toldt, ist es zu danken, daß R. Pöck seine anthropologischen Messungen an Kriegsgefangenen aus dem Osten vermöge zweier weiterer Subventionen von insgesamt 8000 Kr. fortführen konnte. **Der dritte Bericht über die von der Wiener Anthropol. Gesellschaft in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien von R. Pöck¹⁾** (Bd. XXXXVII [d. III. Folge Bd. XVII] der Mitteilungen der Anthropol. Gesellschaft, Wien 1917, S. 77 ff.), liegt jetzt im Druck vor. Erfreulicherweise konnte im 5. k. u. k. Gefangenenlager die Zahl der früher gemessenen Georgier (Grusiner) von 143 auf 797, der Armenier von 114 auf 151 und der östlich vom Ural lebenden Baschkiren von 80 auf 104 erhöht werden. Pöcks Augenmerk war in erster Linie darauf gerichtet, „Typen“ aufzustellen, d. h. solche Individuen aus der Mischbevölkerung herauszufinden, die die ursprünglichen Rassenelemente am reinsten wiedergeben. Selbstverständlich kann es sich dabei nur um eine größtmögliche Annäherung an den Ursprungstypus handeln, weil bei der Vermischung mit fremden Elementen alte Rasseigenschaften verloren gegangen sind. Dabei ist zu bedenken, daß der Beobachter nur das ihm aus der Anschauung und aus der Berechnung sich Bietende feststellen kann, um daraus die häufige Wiederholung eines für eine Gruppe bestimmten Bildes zu einem Typus zu vereinigen. Eine Erleichterung, zumal bei Beobachtung der Georgier, bot die Aufzeichnung sämtlicher Heimatorte der Gefangenen an Hand der Karte; es zeigte sich dabei, daß die Gefangenen gleichmäßig auf das ganze Land sich verteilten, was für die anthropologische Untersuchung von großer Bedeutung ist. — Pöck hat das somatologische Beobachtungsblatt für seine diesmaligen Untersuchungen ergänzt, so z. B. für die Feststellung der Gesichtsförmigkeit, Lidspalte, des Gesundheitszustandes und für besondere Beobachtungen, die außerordentlich eingehend sind (Plagiokephalus, Skoliose, Crura vara und valga, Hyperthelie usw.); für die Nasenform stellte Verfasser ein ausführliches Nasenschema auf. Bei Erhebung der Körpergröße wurde neuerdings gleichzeitig von drei Seiten das Anthropometer visiert, um tunlichst Fehlerquellen zu vermeiden. Die photographischen Aufnahmen sind aufs peinlichste stets bei gleicher Entfernung, Belichtungszeit und Beleuchtung gemacht und hierzu ein Bertillonscher Apparat (Kamera mit fixer Einstellung) benutzt worden. Zu der üblichen Seiten- und Vorderaufnahme kam noch die Dreiviertelprofilaufnahme. Auch die stereoskopische Photographie wurde eingeführt. Für den Anthropologen wertvoll ist Pöcks Angabe der Gipsabformungstechnik, nach welcher er besonders ganze Köpfe, auch Hände, Füße und Ohren abgeformt hat. Die genaue Beschreibung

der zu anthropologischen Untersuchungen sich als sehr praktisch erweisenden Baracke beschließt den technischen Teil des Berichts. — Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, so daß über die definitive Zahl der Untersuchten erst später berichtet werden kann. Es ist bisher selten eine für die Erforschung lebender Völker so wichtige und bedeutungsvolle anthropologische Arbeit geleistet worden, um so wichtiger, weil sie von einem so gewissenhaften und weitsichtigen Forscher ausgeführt wurde. St. O.

Zum Problem der natürlichen Peptidsynthese. (Pauly, Hermann, Zs. physiol. Ch. 99, 161 [1917]). Die moderne Anschauung über die Eiweißneubildung in der lebenden Zelle geht davon aus, daß die Zelle instand ist, aus einfachen Aminosäuren zunächst Polypeptide durch Kuppelung zu bilden, und diese weiterhin durch Ineinanderflechten zahlreicher Einzelgruppen zu hochmolekularem Eiweiß aufzubauen. Der einfachste Weg einer solchen wiederholten Kuppelungssynthese ist natürlich der von Emil Fischer experimentell gegangene Weg, das Karboxyl einer Aminosäure in die Amino-Gruppe einer anderen eingreifen zu lassen und diesen Vorgang der Kondensation unter Wasserabgabe beliebig zu wiederholen.



Nun sind die Verhältnisse in der lebenden Zelle einer solchen Synthese mit Wasserabgabe wenig günstig. So ist Verfasser auf die Idee gekommen, sich nach einem anderen möglichen Reaktionsverlauf umzusehen. Er denkt daran, daß aus Aminoaldehyden, die durch Reduktion aus Aminosäuren entstehen können, durch Kondensation mit Aldehyden auch in verdünnten wässrigen Lösungen die sog. Schiffsbasen entstehen, die durch Oxydation in Peptide übergehen könnten. Ein Versuch, auf diesem Wege zur Bildung von Benzoylglykokoll (Hippursäure) zu kommen, gab einen nicht ganz negativen Erfolg. Man darf die Mitteilung des Verfassers wohl als Anregung zu weiterer Verfolgung der interessanten Frage ansehen. C. O.

Aus dem „Vulkaninstitut Immanuel Friedländer“. Das Vulkaninstitut Immanuel Friedländer, eine Stiftung, die ihren Sitz in Schaffhausen hat, veröffentlicht in den „Archives des Sciences physiques et naturelles“ (Genf) und in der Berliner „Zeitschrift für Vulkanologie“ ein mit 6000 Franken dotiertes Preisausschreiben, das die Aufgabe: „Die Bedingungen für das Zustandekommen von Systemen regelmäßig angeordneter Spalten in festen Krusten sollen experimentell untersucht werden“ zur Bearbeitung stellt. Die Arbeiten, die in deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache abgefaßt sein können, sind bis zum 1. Januar 1919 einzureichen. Dem Preisgericht gehören an Prof. Dr. Alb. Heim (Zürich), Prof. Dr. A. de Quervain (Zürich), Prof. Dr. Karl Sapper (Straßburg i. E.), Ing. Bruno Zschokke (Zürich) und Immanuel Friedländer (Zürich). Die Beteiligungsbedingungen sind durch das Institut und die oben erwähnten Zeitschriften zu erfahren. Der Versuch, auf diese Weise die leider fast völlig zerrissenen Fäden internationaler wissenschaftlicher Zusammenarbeit durch ein in der Schweiz beheimatetes Institut auf einem Teilgebiet wieder zusammenzuknüpfen, ist sehr zu begrüßen und wärmere Unterstützung wert. W. H.

¹⁾ Vergl. „Die Naturwissenschaften“ 30. Juni und 20. Oktober 1916.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 48.

30. November 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Auftriebserscheinungen an der Westküste Nordamerikas. Von *Dr. Bruno Schulz, Hamburg*. S. 713.

Besprechungen:

Schmidt, Ernst Willy, Bau und Funktion der Siebröhre der Angiospermen. Von *F. Czapek, Prag*. S. 720.

Chemische Mitteilungen:

Ueber teilweise acylierte Zucker. Die Unter-

suchungen des Elbwassers von 1882 bis 1915. Ueber ein neues Verfahren zur Stickstoffverbrennung. Zersetzung von Ammoniak. S. 721—723.

Zoologische Mitteilungen:

Pferdestudien an der Ostfront. Otto Zacharias. Ueber die Benennung der Tiere. Kasuistische Beiträge zur Pathologie der Reptilien. S. 723—724.

**Farbbänder • Kohlenpapier
Schreibmaschinenpapier
Zubehör aller Art**

Kartothek-

Karten und Registratoren

Bureau-Möbel

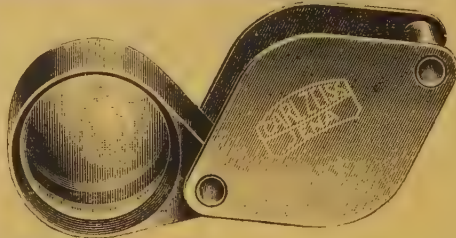
liefert in bester Ausführung und preiswert

**Remington-Schreibmaschinen G.m.
b.H.**

Berlin W 8, Friedrichstrasse 83.

ZEISS-Lupen

für
Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag-Lupe
bequeme Taschenlupe
für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG

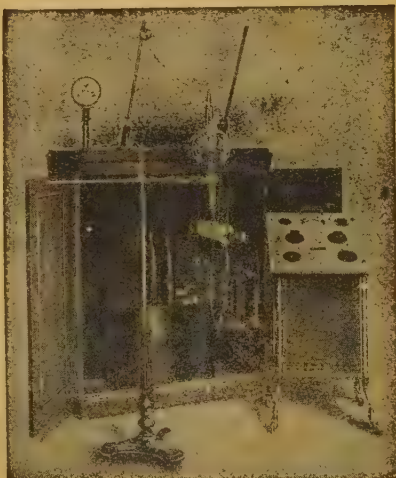


WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorfürungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

30. November 1917.

Heft 48.

Die Auftrieberscheinungen an der Westküste Nordamerikas.

Von Dr. Bruno Schulz, Hamburg, z. Zt. Ostende.

Bei Betrachtung einer Karte der Oberflächentemperatur der Meere fällt als der hervorstechendste Zug auf, daß von Äquatornähe, wo mit $27-28^{\circ}\text{C}$ im Jahresmittel die höchsten Wärmegrade des offenen Meeres auftreten, die Temperatur des Seewassers mit wachsender Breite bis zu 0° und darunter in polaren Gebieten abnimmt. Jedoch ist der ostwestliche Verlauf der Isothermen mannigfach gestört, da das Wasser nicht immer an dem augenblicklichen Orte verbleibt, sondern, im wesentlichen veranlaßt durch die über ihm befindliche Atmosphäre, in Meeresströmungen sich fortbewegt nicht nur ostwestlich, sondern auch in höhere oder niedere Breiten. Infolge seiner großen spezifischen Wärme ändert es aber seine Temperatur nur langsam, so daß es bei Bewegung mit meridionaler Komponente mit Wärmegraden auftritt, die ihm nach der geographischen Breite, in der es sich hernach befindet, nicht zukommen. So ist es auch zunächst nicht verwunderlich, daß an der Ostseite des Stillen Ozeans südlich etwa 40°N. Br. niedrigere Temperaturen auftreten als an der Westseite und nördlich des 40° Breitenkreises das umgekehrte Verhältnis besteht. Der jahraus, jahrein wehende, nur in seinen polaren wie äquatorialen Grenzen jährlichen Schwankungen unterworfenen Nordost-Passat hat die Nordäquatorialströmung des Stillen Ozeans erzeugt und erhält sie durch stets neue Zufuhr von Bewegungsenergie. Längs der asiatischen Ostküste gelangt das durch den Nordostpassat herangeführte Wasser in höhere Breiten als die verhältnismäßig warme Kuro-Shio-Trift und wird, vor allem in 35 bis 45°N. Br. , nach Osten geführt durch die der Bewegung neuen Antrieb gebenden Winde an der Südseite der nordpazifischen Zyklone. An der Westküste Nordamerikas teilt sich die Osttrift in die nach Norden setzende warme Alaskaströmung und die durch die an der Ostseite der Roßbreitenantizyklone auftretenden NW-Winde bedingte kalifornische Meeresströmung, die, weil aus höheren Breiten in niedere setzend, zu den kalten Meeresströmungen gehört (vgl. die Strompfeile in Fig. 1 und 2). Der Temperaturgegensatz zwischen dem östlichen Stillen Ozean und dem Meeresgebiet östlich der japanischen Inseln, wo die Kuro-Shio-Trift erwärmend wirkt, ist so verständlich, jedoch nur, wenn wir, vor allem im Sommer, bei dem Vergleiche das der amerikanischen Küste unmittelbar benachbarte Gebiet

östlich etwa 130°W. Lg. , zwischen dem nördlichen Wendekreise und etwa 48°N. Br. , außer acht lassen. Zur Erklärung der dort auftretenden niedrigen Temperaturen genügt die Heranziehung der Oberflächenströmungen nicht. *Dort tritt als weiterer, die Temperatur ganz wesentlich beeinflussender Faktor der auch an zahlreichen anderen Stellen der Erde eine Rolle spielende Auftrieb hinzu.*

Um welcher außerordentlich niedrige Wärmegrade es sich handelt, geht aus der folgenden Zusammenstellung von Temperaturbeobachtungen hervor, die von McEwen, dem Hydrographen der Scripps Institution for biological research der kalifornischen Universität Berkeley, beigebracht worden sind¹⁾.

Auf einer Fahrt auf dem offenen Ozean nach Norden von 35° bis über 48°N. Br. hinaus in etwa 180°W. Lg. würde die Temperatur im August um $8-9^{\circ}$ abnehmen, bei der obigen Fahrt in Küstennähe aber trat statt einer Abnahme eine geringe Temperaturzunahme auf, von $12-13\frac{1}{2}^{\circ}$ in 35 bis 36°N. Br. auf $13\frac{1}{2}-14\frac{1}{2}^{\circ}$ in $46-48^{\circ}\text{N. Br.}$ Diese Änderung erfolgte nicht stetig, sondern es wurden auf der Fahrt Gebiete mit Wasser viel niedrigerer Temperatur durchquert. Westlich Monterey in $36\frac{1}{2}^{\circ}\text{N. Br.}$ wurde $10,5^{\circ}\text{C}$ gemessen, vor San Francisco gar $9,8^{\circ}(!)$, dann nach einer Steigerung auf über 16° wurde bei Kap Mendocino wieder nur $11,0^{\circ}$ festgestellt. Ebenso wurde auf der Rückfahrt in den gleichen Gegenden auffallend kaltes Wasser beobachtet.

Daß es sich nur um Auftrieb handeln kann, geht besonders aus den von H. Thorade auf Grund deutscher Schiffsbeobachtungen gegebenen mittleren monatlichen Oberflächentemperaturen des der amerikanischen Westküste benachbarten Gebietes hervor²⁾. Hiernach ist selbst im Mittel im August nördlich von San Francisco bei Kap Mendocino an der Küste ein sich etwa 150 Seemeilen nordsüdlich erstreckender schmaler Streifen kalten Wassers unter 11° vorhanden (Fig. 1), von dem aus sowohl nach Norden, Süden wie auch nach dem offenen Ozean die Temperatur schnell zunimmt, so daß schon bei einer Entfernung von etwa 100 Seemeilen von der 11° -Isotherme auf über 16° erwärmtes Wasser angetroffen wird. Das sind niedrige Temperaturen, die auf dem offenen Ozean in benachbarten Gebieten gar nicht vorkommen. Erst bei den Aleuten in etwa 50°N. Br. wird ähnlich temperiertes Wasser gefunden. Die 10° -Isotherme verläuft im August von der Ostküste der Halbinsel Kamtschatka in 56°N. Br. nördlich der Beringinsel, südlich der

Temperaturbeobachtungen von *G. F. McEwen* auf einer Fahrt des „Alexander Agassiz“ in Küstennähe von San Diego nach der Juan de Fuca-Straße im August-September 1912.

Tag	Uhrzeit	N. Br.	W. Lg.	Oberflächen-temperatur	Bemerkung
18. Aug.	12 ^h M.	35°08,2'	120°38,7'	13,6° C.	vor San Luis Bucht
19. "	"	36°00,5'	121°04,7'	12,2° "	
19. "	5 ^h N.	36°31,3'	121°58,0'	10,5° "	westl. Monterey
20. "	10 ^h V.	37°04,8'	122°17,0'	12,7° "	
20. "	3 ^h N.	37°32,4'	122°31,3'	12,8° "	
23. "	12 ^h M.	37°50,5'	122°37,0'	13,4° "	Barre vor dem „Goldenen Tor“, San Francisco
24. "	5 ^h V.	37°53,0'	122°39,5'	11,4° "	
	6 ^h V.	37°56,5'	122°46,0'	10,2° "	
	7 ^h V.	37°57,9'	122°52,0'	9,8° "	nordwestl. von San Francisco, südlich Reyers Spitze
	8 ^h V.	37°58,5'	122°56,7'	10,3° "	
	9 ^h V.	37°59,0'	123°01,4'	12,8° "	bei Reyers Spitze
	12 ^h M.	38°17,7'	123°04,1'	12,4° "	
	4 ^h N.	38°30,5'	123°14,8'	11,0° "	
25. "	8 ^h V.	38°42,2'	123°28,3'	13,5° "	
	10 ^h V.	38°50,0'	123°38,2'	15,2° "	
	12 ^h M.	39°00,7'	123°42,4'	16,4° "	
26. "	1 ^h N.	40°06,9'	124°09,1'	12,0° "	
	4 ^h N.	40°23,8'	124°24,0'	11,0° "	b. Kap Mendocino
28. "	10 ^h V.	41°05,5'	124°11,0'	12,2° "	
29. "	9 ^h V.	42°00,2'	124°17,5'	11,7° "	
30. "	9 ^h V.	43°05,3'	124°27,0'	12,2° "	etwas nördl. von Kap Blanco
4 Sept.	4 ^h N.	43°33,5'	124°15,5'	14,5° "	
5. "	4 ^h V.	45°00,0'	124°40,0'	14,2° "	
6. "	9 ^h V.	46°11,5'	123°51,0'	15,8° "	in der Mündung des Columbia- Flusses bei Astoria
9. "	4 ^h N.	46°33,0'	124°07,0'	14,6° "	
10. "	7 ^h V.	48°06,5'	124°44,5'	14,5° "	
	1 ^h N.	48°22,5'	124°36,0'	13,7° "	bei Kap Flattery
12. "	2 ^h N.	45°02,0'	124°02,5'	15,2° "	
13. "	7 ^h V.	42°57,3'	124°33,0'	10,4° "	bei Kap Blanco
	4 ^h N.	41°51,0'	124°16,0'	15,6° "	
16. "	7 ^h N.	40°22,0'	124°24,0'	10,4° "	b. Kap Mendocino
17. "	5 ^h N.	38°06,3'	123°00,0'	14,8° "	etwas nordwestl. v. Reyers Spitze
20. "	3 ^h N.	37°05,0'	122°20,0'	13,6° "	
22. "	10 ^h V.	36°19,0'	121°55,5'	11,3° "	
23. "	6 ^h N.	34°06,0'	119°10,0'	15,8° "	Santa Barbara- Kanal

Aleuten, bis zur Südspitze der Alaska-Halbinsel, und die 11°-Isotherme etwa 2 Breitengrade südlicher³⁾. Bis 130° W. Lg. und 40–50° N. Br., also bis zur Nähe des Auftriebsgebietes, steigt die Temperatur auf 17–18° C, so daß die Herkunft des kalten amerikanischen Küstenwassers aus nördlicher gelegenen Gebieten ausgeschlossen ist.

Wie schon die oben wiedergegebenen Beobachtungen andeuten, scheint an der Küste der

Auftrieb nicht gleichmäßig wirksam zu sein, sondern an einzelnen Orten, nämlich jenen, bei denen die niedrigsten Temperaturen auftreten, besonders kräftig zur Ausbildung zu kommen. Dies wird durch neue amerikanische Beobachtungen bestätigt. *McEwen* zeichnete auf Grund von Beobachtungen, die auf Fahrten zwischen dem Santa-Barbara-Kanal in 34° und San Diego in 32½° N. Br. im August 1913 und zwischen San Diego und Kap San Eugenio in 28° N. Br. im August bis September 1908 gewonnen wurden, Oberflächenisothermen von der Küste bis zu 50 bis 100 Seemeilen Entfernung von dieser. Hiernach steht die Temperaturverteilung der gesamten untersuchten Küstenzone unverkennbar unter dem überwiegenden Einfluß des Auftriebs. Die Isothermen verlaufen statt ostwestlich, wie es auf

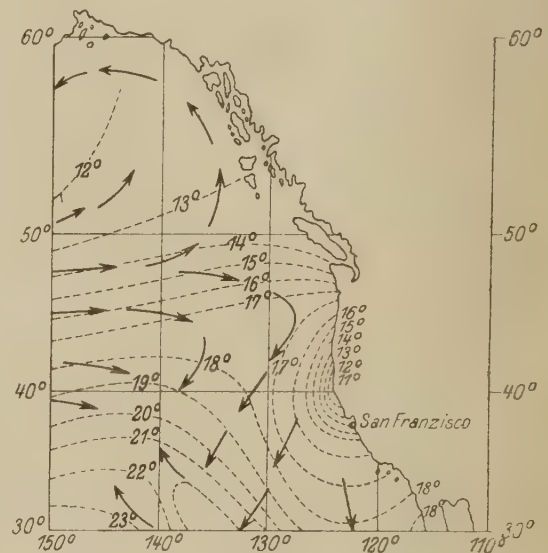


Fig. 1.

—> vorwiegende Meeresströmungen
von Juli bis September.
---- 12° ---- Oberflächenisothermen
des August.

dem offenen Ozean wenigstens annähernd der Fall ist, etwa nordsüdlich, also ungefähr parallel der Küste. An dieser selbst war das Wasser im August–September 1908, von einigen flachen Buchten abgesehen, überall kälter als 17°, statt auf 20–22° erwärmt, wie auf dem offenen Meere. An zahlreichen Orten aber waren an die Küste angelehnt nur wenig ausgedehnte Kaltwasserinseln vorhanden, in denen die Wassertemperatur noch weiter bis auf rund 13° abnahm und von welchen aus seewärts die Temperatur rings eine Zunahme aufwies.

Wie schon erwähnt, ist der Auftrieb vorwiegend im Sommer ausgebildet. Nach den von *Thorade* gegebenen Darstellungen herrscht im Winter, vor allem im März, die Temperaturverteilung, wie sie bei alleiniger Wirksamkeit der Oberflächenströmungen zu erwarten ist (vgl. Fig. 2). Zwischen 40 bis 45° N. Br. teilt sich

frachtet wird, ist es nicht verwunderlich, daß dies Meeresgebiet im Jahresmittel eine bis um 5° niedrigere Temperatur hat, als sich im Mittel für die betreffenden Breiten der Nordhalbkugel ergibt. Außerdem ist der Auftrieb, da die kühle, über dem Küstenwasser befindliche Luft durch die Seewinde auch in das im Sommer stärker erwärmte Land geführt wird, für den der Küste benachbarten Streifen von hoher klimatischer Bedeutung. Eine weit ins Landinnere gehende Beeinflussung ist durch die hohen, der Küste parallelen Gebirge verhindert⁴⁾.

Wenn wirklich, woran nach der Temperaturverteilung nicht zu zweifeln ist, die niedrigen Oberflächentemperaturen durch Emporsteigen von Wasser aus tieferen Schichten zu erklären sind, dann muß auch die Verteilung der Tiefen-

ist die Anordnung der Tiefenisohalinen, nur etwas weniger einfach, weil im ganzen oben näher begrenzten Untersuchungsgebiet in etwa 30–70 m Tiefe ein Salzgehaltsminimum auftritt. Durch Auftrieb müssen also die oberhalb des Salzgehaltsminimums liegenden Wasserschichten salzärmer, die tieferen salzreicher werden. Dies zeigt auch unser Schnitt. Die salzarme Zone mit Werten unter $33,55\text{‰}$ erstreckt sich in Küstennähe von 55 m Tiefe bis an die Oberfläche, statt von 60 bis 40 m Tiefe. Daß an die Küste angelehnt auch noch Salzgehalt unter $33,50\text{‰}$ auftritt, wird dadurch zu erklären sein, daß in der Nachbarschaft die salzarme Zwischenschicht weniger als $33,50\text{‰}$ aufweist, von wo aus das hier auftretende Wasser herangeführt ist. — Noch in 100 m Tiefe ist nach der Salzgehaltsverteilung auf Auftrieb

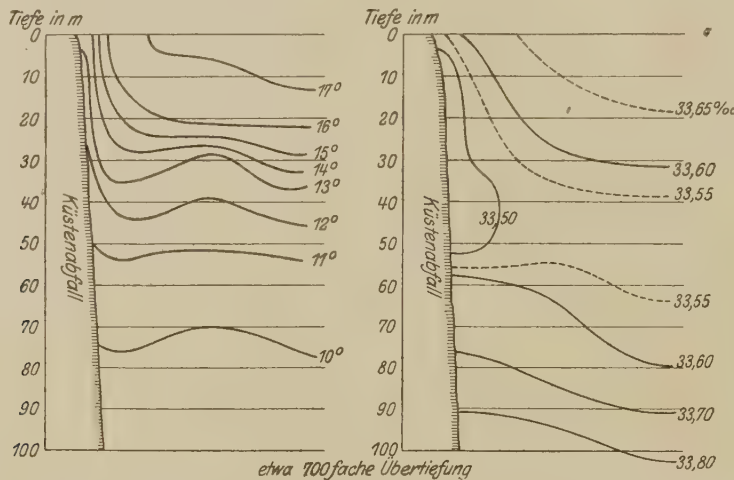


Fig. 3. Vertikale Temperatur- und Salzgehaltsverteilung im Auftriebsgebiet westlich von Kap Dume in 34° N. Breite.

temperaturen und -salzgehalte in Küstennähe abweichend von der in gleichen Tiefen des offenen Meeres sein. Leider sind wir nach dieser Richtung über das Hauptauftriebsgebiet bei Kap Mendocino gar nicht unterrichtet. McEwen, der Meeresforscher der genannten Scripps Institution, hat jedoch Beobachtungsstatsachen aus den Tiefen des südlicheren Teiles der nordamerikanischen Auftriebszone, nämlich des Gebietes zwischen dem Santa-Barbara-Kanal und den Coronadosinseln, südwestlich von San Diego, beigebracht. Fig. 3, die einen nach Beobachtungen von McEwen gezeichneten Schnitt wiedergibt, stellt die Verhältnisse im Auftriebsgebiet westlich von Kap Dume dar.

Sowohl die Temperatur- wie die Salzgehaltsverteilung sind Beweise dafür, daß Auftrieb herrscht. In 70–80 m Tiefe, in welcher die 10° -Isotherme verläuft, ist von Auftrieb nicht viel zu spüren; die 11° -Isotherme in 50 m Tiefe steigt aber bereits deutlich nachweisbar an der Küste empor, in sehr starkem Maße ist dies der Fall bei den 12° - bis 16° -Temperaturlinien, die fast vertikal verlaufen. Ebenso charakteristisch

zu schließen, wenn er auch durch die Temperaturen nicht mehr angedeutet wird.

Ein sehr wesentliches Ergebnis der neuen amerikanischen Untersuchungen ist, daß nicht nur an der Festlandküste, sondern auch in Anlehnung an die Südwestküste der Coronadosinseln Auftrieb vorhanden ist. Die Beobachtungen aus dem Juni 1911 sind hier zahlreich genug, daß außer für die Oberfläche auch für einzelne Tiefenstufen Linien gleicher Temperatur und gleichen Salzgehalts gezeichnet werden konnten. Auf den Isothermenkarten tritt die Auftriebszone von etwa 20 bis zu 92 m Tiefe, der größten, für welche McEwen die Temperaturdarstellung gibt, als mit kleiner Basis sich an den Küstenabfall ansetzende, schmale, langgestreckte Kaltwasserzunge auf. Diese Ausbildung des Auftriebes scheint mit der Bodengestaltung zusammenzuhängen. Schon bei Erwähnung der kleinen Auftriebskerne an der Festlandküste wurde festgestellt, daß diese sich dort auszubilden scheinen, wo der stärkste Küstenabfall ist, wo also das tiefere Wasser auf dem Wege nach der Oberfläche an der Küste annähernd vertikal emporsteigen kann

und somit weniger der Vermischung mit benachbartem, wärmerem Wasser ausgesetzt ist als das bei flachem Küstenabfall sich fast horizontal mit geringer vertikaler Komponente bewegendes Auftriebwasser. Dies scheint auch südwestlich der Coronadosinseln eine Rolle zu spielen. Der Abfall von der Küste zum tieferen Meere ist meist flach, aber an einigen Stellen, besonders im Südwesten, sind in den Meeresboden tiefe Talformen eingeschnitten, von denen eine dicht an die südliche der Coronadosinseln herantritt. Wie an der Küste, wirkt auch hier über dem Gebiete steilsten Abfalls der Auftrieb am stärksten abkühlend. — Die Anordnung der Tiefenisohalinen ist ganz so wie nach den angegebenen Hauptzügen der Salzgehaltsverteilung zu erwarten. In den oberen Wasserschichten ist der Kern des Auftriebsgebietes salzärmer, in den tieferen salzreicher als die Umgebung.

Die auffallend niedrigen Temperaturen an der Westküste Nordamerikas sind erst sehr spät bekannt geworden. Zuerst hat *Du Petit-Thouars*, der auf seiner Weltreise 1836—1839 in dieses Meeresgebiet kam, darüber berichtet. Da man aber über die Strömungen und die Temperaturverteilung im nördlichen Stillen Ozean und besonders an der nordamerikanischen Küste auch in den folgenden Jahrzehnten durchaus noch nicht unterrichtet war, tauchten die verschiedensten *Versuche*, die niedrigen Temperaturen zu erklären, auf. *Dall* nahm 1882 an, daß sie durch die von der Nord-Pacific-Trift bei Annäherung an das amerikanische Festland abzweigende und in niedere Breiten setzende kalifornische Meeresströmung verursacht sei, während *Richter* 1887 mit Recht einwandte, daß so niedrige Temperaturen, wie sie an der amerikanischen Küste beobachtet werden, in der Kuro-Shio-Trift nicht auftreten. Zeigt er somit bereits eine bessere Kenntnis der Wärmeverhältnisse im nördlichen Stillen Ozean, so ist doch die Vorstellung über die möglichen Strömungen noch durchaus unvollkommen, er nimmt nämlich kalte Strömungen aus dem Norden des Stillen Ozeans an, von denen eine an der nordamerikanischen Westküste entlang fließt und die Ursache der dort beobachteten niedrigen Temperaturen bildet. Wie sich aus neueren Untersuchungen ergeben hat, ist die Wasserbewegung in dem östlichen Teile des Stillen Ozeans zwischen etwa 40° N. Br. und den Aleuten während des ganzen Jahres entweder nach Osten oder aber im nördlicheren Teile nach Norden und Nordwesten in den Golf von Alaska und nach dem Beringmeere gerichtet³⁾. Das Bestehen von Strömungen nordpolarer Herkunft ist also ausgeschlossen.

Nachdem *Dinklage* den Auftrieb zur Erklärung der niedrigen Oberflächentemperaturen an der Küste von Peru herangezogen hatte, setzte sich allmählich auch die Annahme von Auftrieb an der nordamerikanischen Westküste durch. Doch machte dessen Erklärung

Schwierigkeiten. Ablandige Winde, wie an der Nordwestküste von Afrika und ähnliche Bedingungen wie an der südwestafrikanischen Küste, wo die Benguelaströmung vom Lande abbiegt und Ersatz aus der Tiefe aufsteigt, herrschen nicht, denn die Winde sind während der Auftriebszeit meist küstenparallel, wie weiter unten noch näher ausgeführt werden wird, und die Strömungen zeigen so geringe Schwankungen, daß, wenn diese die Ursache wären, der Auftrieb während des ganzen Jahres ausgebildet sein müßte. *Bishop* versuchte 1904 eine Erklärung zu geben. Im Gegensatz zu *Richter* nimmt er nicht Strömungen aus den Nord-, sondern aus den Südpolargebieten an, deren Entstehung er wie folgt begründet: Die ausgedehnten Gletscher des Südpolarkontinents kühlen das benachbarte Wasser stark ab, das infolge der zunehmenden Dichte absinkt und, da stets neues Wasser folgt, in der Tiefe nach Norden abfließt. Bei Annäherung an den Äquator verlangsamt sich die Geschwindigkeit, nimmt aber dann wegen der abnehmenden Breite des Ozeans wieder zu. Infolge des Einflusses der Erdrotation wird der Strom in der Breite von Sitka und der Vancouverinsel nach der Küste gedrängt. Durch den Anstau steigt das Wasser empor und verursacht dadurch die geschilderten Erscheinungen. Dieser Erklärungsversuch beruht offensichtlich auf unzulänglichen Raumvorstellungen und wird dadurch widerlegt, daß schon in den verhältnismäßig geringen Tiefen von 400 bis 600 m das der amerikanischen Küste benachbarte Gebiet die gleichen Temperaturen aufweist wie der übrige Ozean in gleicher Breite, während bei Richtigkeit der Ansicht von *Bishop* der an der Oberfläche befindliche thermische Gegensatz auch in großen Tiefen wenigstens noch angedeutet sein müßte. Nicht minder seltsam mutet eine von *Holway* 1905 vertretene Ansicht an, daß die niedrigen Küstenwassertemperaturen von einer aus dem Aleutengraben herrührenden Strömung, die sich am amerikanischen Festlande aufstaut, verursacht seien.

Die Grundlage zu einer wirklich befriedigenden Erklärung hat eine 1905 von *Ekman* gegebene Theorie der Meeresströmungen⁵⁾ gegeben, welche die Bewegung des Wassers unter Einfluß des Windes, der inneren Reibung und auch der ablenkenden Wirkung der Erdrotation betrachtet. Die in Betracht kommenden Gesichtspunkte dieser Theorie wandte zuerst 1909 *H. Thorade* zur Erklärung der Auftrieberscheinung an der nordwestamerikanischen Küste an. Danach ist als der den Auftrieb verursachende Faktor der Wind anzusehen. Dieser kommt nördlich etwa 35° N. Br. im Winter, wo die Zyklone bei den Aleuten kräftig ausgebildet sind, aus südlichen Richtungen; im Süden reicht der NO-Passat fast bis an die Küste. Im März und den folgenden Monaten aber wird infolge der Ausbreitung der Roßbreitenantizyklone und Verflachung des nordpazifischen Minimums an der ganzen Küste der

NW-Wind häufiger. Im Juni überwiegt der Nordwest an der ganzen Küste von Kap San Lucas bis herauf zu 45° N. Br., im Juli bis Kap Flattery in 48° N. Br., im August bis zur Vancouverinsel. Die folgenden Zahlen mögen die Windverteilung in Portland-Oregon in 46° N. Br. für einige ausgewählte Monate zeigen.

Prozentische Häufigkeit der Winde in Portland-Oregon.

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	C
Juli.	10	2	3	8	8	8	6	54	3
September .	6	3	3	11	13	10	7	46	3
Dezember . .	6	5	13	24	19	10	6	16	1
Februar . . .	5	7	9	18	23	13	8	18	1

In jenen Monaten, in denen der Auftrieb am stärksten ausgebildet ist, hat der Wind demnach, da die Küste nördlich Kap Mendocino nordsüdlich, südlich dieses Kaps aber nordwest-südöstlich verläuft, im Norden eine senkrecht auf die Küste und eine zu ihr parallele Komponente, südlich 40° aber weht der Wind vorwiegend küstenparallel. Trotzdem ist die Bewegung der obersten Wasserschicht von der Küste fortgerichtet. Ein wesentliches Ergebnis der Ekmanschen Untersuchungen ist nämlich, daß der reine Triftstrom an der Oberfläche (auf Nordbreite) um 45° nach rechts vom Winde abgelenkt ist und diese Ablenkung proportional der Tiefe zunimmt, die Geschwindigkeit aber mit wachsender Tiefe in geometrischer Reihe abnimmt. In einer gewissen Tiefe, der sogenannten Reibungstiefe (D), die bei den hier in Betracht kommenden Verhältnissen etwa 75 m beträgt, wird also die Stromrichtung der Oberflächenströmung entgegengesetzt sein; die Geschwindigkeit hat aber dann bereits so stark abgenommen, daß sie praktisch gleich Null zu setzen ist. Die theoretisch allein durch den NW-Wind an der amerikanischen Küste erzeugten Strömungen sind in Fig. 4 für die Oberfläche und die Tiefen $\frac{1}{4} D$, $\frac{1}{2} D$, durch die gestrichelten Pfeile angegeben. Hieraus ist schon ersichtlich, daß, wenn auch nördlich 40° N. Br. die Oberflächenströmung parallel zur Küste gerichtet ist, die obere Wasserschicht insgesamt bis zur Reibungstiefe D sich von der Küste fortbewegt, und Ekman hat den Satz abgeleitet, daß die mittlere Richtung des Gesamttriftstromes 90° rechts vom Winde liegt. Die Bedingungen zum Auftrieb sind somit im Sommer, wo der NW-Wind so überwiegend auftritt, wie keine andere Windrichtung zu irgendeiner anderen Zeit, gegeben. Etwas verändert werden diese Verhältnisse dadurch, daß sich die Wirkung des Windes nicht auf die oberflächliche Wasserschicht bis zur Tiefe D beschränkt. Durch deren von der Küste fortgerichtete Bewegung wird ein zur Küste senkrechter Druckgradient erzeugt, der Veranlassung zur Bildung eines Bodenstromes gibt, der, ebenfalls nach

Untersuchungen von Ekman, am Boden um 45° nach rechts vom Druckgradienten abgelenkt ist. Diese Ablenkung nimmt bis auf 90° in der Höhe D über dem Meeresboden zu, gleichzeitig wächst die Geschwindigkeit. Von dieser Höhe D bis zur Tiefe D unter der Meeresoberfläche herrscht ein gleichförmiger, um 90° nach rechts vom Druckgradienten abgelenkter Tiefenstrom (s. Fig. 4). Oberhalb der Tiefe D kommt zu dem Tiefenstrom der Triftstrom hinzu. Aus der Fig. 4 geht hervor, daß im Norden nur die Geschwindigkeiten der Triftströme wachsen, im Süden aber auch die Richtung geändert wird. Hinzugefügt werden muß allerdings, daß das Verhältnis der Geschwindigkeiten von Tiefen- und

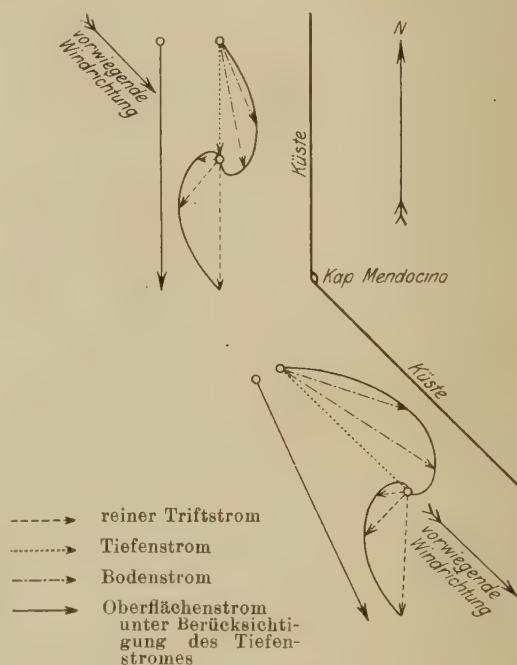


Fig. 4.

Triftstrom zueinander nicht bekannt ist, die sich aus der Figur ergebende Beeinflussung des Oberflächenstromes durch den Tiefenstrom also nur als qualitatives Ergebnis aufzufassen ist.

McEwen hat die Anwendung der Ekmanschen Theorie zur Erklärung der Auftrieberscheinungen noch zu verschärfen gesucht, indem er den Temperaturunterschied zwischen Küstenwasser und offenem Ozean unter Benutzung dieser Theorie berechnet und eine vortreffliche Übereinstimmung mit den beobachteten Werten fand⁶⁾. In irgendeinem Monate, z. B. dem August (vgl. Fig. 1), sei die Temperatur des Auftriebkernes t_1 , die bis zur Entfernung x_1 von der Küste vorherrsche, hiervon um x_2 entfernt, biegen die Isothermen annähernd in die normale ostwestliche Richtung um. Dann ist der Wärmeinhalt einer oberflächlichen Schicht senkrecht zur Küste von 1 m Tiefe, 1 m Breite und der Länge $x_1 + x_2$, wenn wir gleichmäßige Temperaturzunahme annehmen:

$$x_1 t_1 + x_2 \cdot \frac{t_1 + t_2}{2}.$$

Denken wir uns nun den Auftrieb fort, so würden die Isothermen irgendeines Monats statt in der Entfernung $x_1 + x_2$ von der Küste nach Süden auszuweichen in ostwestlicher Richtung bis an die Küste fortreichen, wenn wir jede Temperaturbeeinflussung durch die Landnähe und Oberflächenströmungen ausschalten, die ja auch der Wirkung des Auftriebes gegenüber keine Rolle spielen. Der Wärmeinhalt der oben betrachteten Wasserschicht wäre dann $(x_1 + x_2) \cdot t_2$; ersetzen wir nun auf der Strecke x das Wasser mit der Temperatur t_2 durch solches aus der Tiefe mit der niedrigeren Temperatur t und wählen x so, daß der Wärmeinhalt unserer Schicht genau so groß wird wie beim Vorherrschen des Auftriebes, dann besteht die Beziehung:

$$x_1 t_1 + x_2 \cdot \frac{t_1 + t_2}{2} = (x_1 + x_2 - x) t_2 + x t.$$

Für die Differenz zwischen der Küstentemperatur t_1 und der für die betreffende Breite normalen Temperatur t_2 ergibt sich:

$$t_2 - t_1 = -\frac{x}{x_1 + x_2} \cdot (t_2 - t).$$

Für x findet *McEwen* auf Grund der von *Ekman* abgeleiteten Ausdrücke:

$$x = \frac{10480}{\sqrt{\sin \varphi}} \cdot V_w,$$

worin φ die geographische Breite, V_w die Windkomponente parallel zur Küste bedeutet. Es ist also:

$$t_2 - t_1 = -\frac{10480 \cdot V_w}{\sqrt{\sin \varphi} \cdot \left(x_1 + \frac{x_2}{2}\right)} \cdot (t_2 - t).$$

Hierin sind V_w und φ bekannt, x_1 , x_2 , t_2 den Temperaturkarten von *Thorade* zu entnehmen. Um für t_1 die Temperatur des aufsteigenden Wassers, einen Wert zu finden, nimmt *McEwen* an, daß das emporquellende Wasser aus 300 bis 500 m Tiefe stammt, und setzt während des ganzen Jahres nördlich 36° N. Br. $t = 8^\circ$, südlich davon $t = 9^\circ$. Dies ist natürlich eine sehr unsichere Voraussetzung, die aber bei der Genauigkeit der berechneten Werte $t_2 - t_1$ nicht in Erscheinung tritt, da *McEwen* die Werte x_1 und x_2 nicht den *Thoradeschen* Temperaturkarten entnommen hat, sondern der Wert $\left(x_1 + \frac{x_2}{2}\right)$ für das ganze Jahr konstant, und zwar „so gewählt wurde, daß sich die beste Übereinstimmung zwischen berechneten und beobachteten Werten ergab“. Ein Fehler in der Annahme der Größe von t muß sich also durch entsprechende Änderung von $\left(x_1 + \frac{x_2}{2}\right)$ wieder ausgleichen. Tatsächlich wird es aber nicht zulässig sein, für alle Monate $\left(x_1 + \frac{x_2}{2}\right)$ konstant sein zu lassen, denn

da der Wert für x_1 dem für x_2 gegenüber keine nennenswerte Rolle spielt, bedeutet diese Voraussetzung, daß die abkühlende Wirkung des Auftriebes das ganze Jahr hindurch gleich weit reicht. Dies ist aber, wie die Temperaturkarten von *Thorade* zeigen, durchaus nicht der Fall (vgl. auch Fig. 1 und 2). Die von *McEwen* festgestellte und zunächst bestechende vorzügliche Übereinstimmung zwischen den den Temperaturkarten zu entnehmenden und von ihm nach obiger Formel berechneten Werten von $t_2 - t_1$ ist in Anbetracht der unzulässigen Voraussetzungen kaum als quantitativer Beweis für die *Ekmansche* Theorie anzusehen. Dadurch ist aber die Tatsache der oben angeführten Erklärung des Auftriebes an der nordamerikanischen Westküste auf Grund der *Ekmanschen* Theorie nicht beeinflusst. Die im Sommer ganz überwiegend vorhandene küstenparallele Windkomponente, durch welche die oberflächliche Wasserschicht von der Küste fortbewegt wird, ist als die Ursache der Auftrieberscheinungen an der nordamerikanischen Westküste anzusehen.

Literaturangaben.

¹⁾ University of California Publications in Zoology Vol. 15, Nr. 1. Hydrographic, Plankton, and dredging records of the Scripps Institution for biological research of the University of California 1901—1912 by *Ellis L. Michael* and *George F. McEwen*. — Nr. 2. Continuation of (wie oben) 1913—1915 von denselben. — Nr. 3. Summary and interpretation of the hydrographic observations made by the Scripps Institution for biological research of the University of California 1908—1915 by *George F. McEwen*. — *B. Schulz*, Neue ozeanographische Untersuchungen im Auftriebsgebiete der Westküste Nordamerikas. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 1917, Oktoberheft.

²⁾ *H. Thorade*, Über die kalifornische Meeresströmung. Oberflächentemperaturen und Strömungen an der Westküste Nordamerikas. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 1909, S. 17 ff., 63 ff.

³⁾ *B. Schulz*, Die Strömungen und Temperaturverhältnisse des Stillen Ozeans nördlich 40° N. Br. einschließlich des Bering-Meeres. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 1911, S. 177 ff., 241 ff.

⁴⁾ *G. Schott*, Meeresuntersuchungen im Stillen Ozean vor der Bucht von San Diego, Californien. Annalen der Hydrographie 1916, S. 274 ff. — Die Gewässer der Bucht von San Francisco. Die Naturwissenschaften 1915, S. 225 ff.

⁵⁾ *V. W. Ekman*, Beiträge zur Theorie der Meeresströmungen. Annalen der Hydrographie 1906, S. 423 ff. — *H. Thorade*, Die Geschwindigkeit von Triftströmungen. Wissenschaftliche Beilage zum Jahresbericht der Realschule in Eilbeck 1913/1914, auch Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 1914, S. 379.

⁶⁾ *McEwen*, The distribution of ocean temperatures along the West Coast of North America deduced from *Ekman's* theory of the upwelling of cold water from the adjacent ocean depths. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie 1912, S. 243 ff.

Besprechungen.

Schmidt, Ernst Willy, Bau und Funktion der Siebröhre der Angiospermen. Jena, Gustav Fischer, 1917. VI. 108 S., 1 farbige Tafel und 42 Abbildungen im Text. Preis M. 5.60.

Wenngleich der Verfasser offenbar durch die Kriegseignisse verhindert wurde, seinen vollen Untersuchungsplan auszuführen, und wenn auch die Arbeit mehrfach den Eindruck des Unvollendeten macht, so hat das Buch sicher den Zweck erreicht, neuerlich auf die mannigfachen interessanten Forschungsaufgaben hinzuweisen, welche mit dem Studium der Siebröhren der höheren Pflanzen zusammenhängen.

Der größte Teil der Schrift setzt sich mit den morphologischen Fragen auseinander. Die physiologische Seite wird viel kürzer abgetan, bietet in dieser Darstellung sachlich kaum Neues und trägt das Gewand einer literarisch-kritischen Skizze. Schon das erneute Studium des Membranbaues und der chemischen Beschaffenheit der Siebröhrenmembran wird, wie Verfasser zeigt, noch manches beachtenswerte Ergebnis bringen. Neu sind Beobachtungen über Fälle, in denen die Siebröhren durch eine stark quellbare und besonders färbare Innenschicht der Zellhaut ausgezeichnet sind. Erwünscht wäre auch eine Nachuntersuchung der angeblich „verholzten“ Siebröhren mancher Pflanzen gewesen. Ausführlich wird dann die Untersuchung der Plasmabrücken in den Siebplatten behandelt, besonders deren Entstehung. Lückenlos gelang dies dem Verfasser nicht, es dürfte dies ohne weitgehende Vervollkommnung der Untersuchungstechnik kaum möglich sein. Auch die Kontroverse, ob die Plasmaverbindungsstränge röhrtiger oder solider Natur sind, konnte einer Entscheidung nicht zugeführt werden. Verfasser möchte sich aber eher für die Annahme einer massiven Struktur der Plasmodesmen entscheiden. Der wichtigste Teil des Buches ist entschieden das Kapitel über den Zellkern der Siebröhren, worin nachgewiesen wird, daß die in Funktion stehenden Siebröhren aller untersuchten Pflanzen immer, sowie andere Zellen, Zellkern und Zytoplasma führen. Damit ist einer lange Zeit herrschenden Ansicht der Boden entzogen, wonach den Siebröhren eine gewisse Ausnahmestellung gegenüber anderen Pflanzenzellen zukommen sollte, indem der Zellkern in den vollentwickelten, auf der Höhe der Funktion stehenden Siebröhren nicht mehr nachweisbar sei. Der Vakuoleninhalt der Siebröhren besteht nach Verfasser in einer wässrigen Flüssigkeit, mehr oder weniger reich an eiweißartigen Stoffen, Kohlehydraten und anorganischen Salzen (Phosphaten). Wo Stärke fehlt, herrscht Eiweiß vor, wie bei Cucurbita der bekannte „Schleim“. Jedenfalls ist es aber unrichtig, allgemein von einem „Siebröhrenschleim“ zu sprechen, wie übrigens bereits von *Schimper* hervorgehoben worden ist. Über die Enzyme des Siebröhreninhaltes sowie über die bekannte „Kalllose“ bringt Verfasser nichts Neues. Auch er kann die Kalllose nicht besser charakterisieren, als es bisher geschehen ist. Hier werden wohl erst vergleichende Studien über andere Vorkommnisse, wie die Verschlüßpfropfen in Pollenschläuchen, die Wundabschlüsse bei durchschnittenen Caulerpa-ästen, aufklärend einzusetzen haben. Die interessante Frage der Geleitzellen sowie die Erscheinung der Obliteration der Siebröhren werden leider nur ganz kurz abgetan.

Das Kapitel der Siebröhrenphysiologie ist recht negativ ausgefallen. Der Verfasser meint: „Wir müssen leider zu dem Schlusse kommen, daß wir über die Funk-

tion der Siebröhre selbst nicht das geringste aussagen können, daß aber der ganze Gewebekomplex, in welchem die einzelnen Siebröhren eingebettet sind, wahrscheinlich dem Transporte organischer Reservestoffe dienstbar gemacht wird.“ Referent kann nicht finden, daß die Sachlage so trostlos ist, wie es hier dargestellt wird; jedenfalls wären aber ausgedehnte Untersuchungen mit guten neuen Methoden sehr erwünscht.

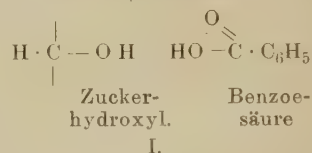
Die beigegebenen Abbildungen hätten vielleicht kritischer ausgewählt werden sollen. Aus einigen Figuren kann der Leser nicht die geringste Aufklärung und Anschauung gewinnen.

F. Czapek, Prag.

Chemische Mitteilungen.

Über teilweise acylierte Zucker. Vor etwa zwei Jahren erschien in den „Naturwissenschaften“¹⁾ eine Notiz über natürliche Kohlenhydrateester aromatischer Säuren. Darin wurde die von *Power* und *Salway*²⁾ entdeckte Dibenzo-yl-glucosylose, die Iso-dibenzo-yl-glucosylose von *Tutin*³⁾, und das von *Griebel*⁴⁾ in den Preiselbeeren gefundene und als Monobenzo-yl-glucose angesprochene Vacciniin erwähnt, und auf die Tanninarbeiten von *E. Fischer* und *K. Freudenberg* hingewiesen.

Die genannten Naturprodukte gehören in chemischer Hinsicht sämtlich zur Gruppe der „teilweise acylierten Zucker“. Solche entstehen, wenn man einen Teil der Hydroxylgruppen eines Zuckermoleküls „acyliert“, d. h. mit den Carboxylgruppen organischer Säuren unter Wasserentziehung in Reaktion treten läßt (I.). Während einfache Methoden schon seit län-



gerer Zeit die Darstellung *vollständig* acylierter Zucker gestatteten (III.), war es weniger leicht, einzelne Hydroxyle experimentell herauszuschälen, um sie gesondert in Reaktion treten zu lassen

In den letzten Jahren sind nun von *Emil Fischer* Methoden ausgebaut worden, die die Synthese solcher teilweise acylierter Zucker ermöglichen und ihre Isolierung aus Naturprodukten erleichtern. Schon auf der Naturforscherversammlung in Wien im Jahre 1913 sprach *Emil Fischer* die Vermutung aus, daß eine Anzahl natürlicher Gerbstoffe der Tanninklasse teilweise acylierte Zucker seien, und gab zugleich der Meinung Ausdruck, daß sich solche Stoffe mittels der von ihm entdeckten Acetonverbindungen der Zucker würden synthetisieren lassen⁵⁾. In diesen sind je zwei Zuckerhydroxyle durch einen Acetonrest unter Ringbildung acetalartig festgelegt (II.). Nur die freibleibenden Hydroxyle stehen dann noch der Acylierung offen (IV.). Da die Acetonreste durch verdünnte Säure je nach den Bedingungen einzeln oder zusam-

¹⁾ Naturw. 3, 691 (1915).

²⁾ Journ. chem. Soc. 105, 767 f., 1062 (1914); vgl. Chem. Zentralbl. 1914, I, 1891; II, 22.

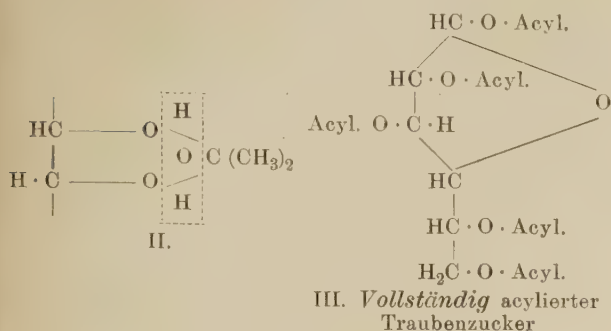
³⁾ Journ. chem. Soc. 107, Jan. 1915; vgl. Chem. Zentralbl. 1915, I, 882.

⁴⁾ Z. f. Unt. d. Nahr.- u. Genußm. 19, 241—252 (1910); vgl. Chem. Zentralbl. 1910, I, 1540.

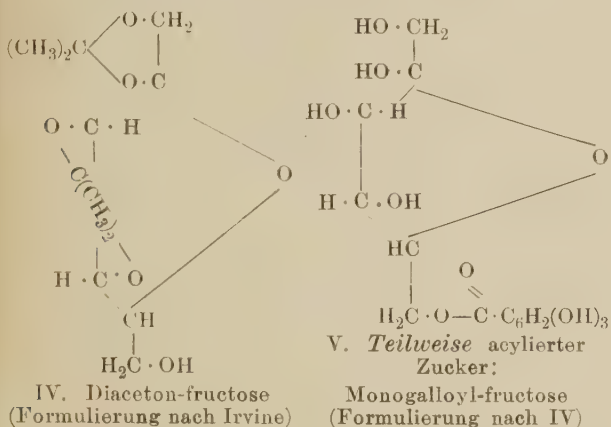
⁵⁾ Ber. d. D. chem. Ges. 46, 3282, 3285 (1913).

men entfernt werden können, kann man leicht zu freien, teilweise acylierten Zuckern gelangen (V.).

Dieses Verfahren wurde zuerst an den Benzoylverbindungen des Dulcits und Mannits erprobt⁶⁾, dann



auf den Erythrit⁷⁾ sowie Acetyl-, Salicyl- und Anisoylderivate dieser Alkohole übertragen⁸⁾, und schließlich auf Traubenzucker, Fruchtzucker und die weitverbreitete Gallussäure angewendet⁹⁾.

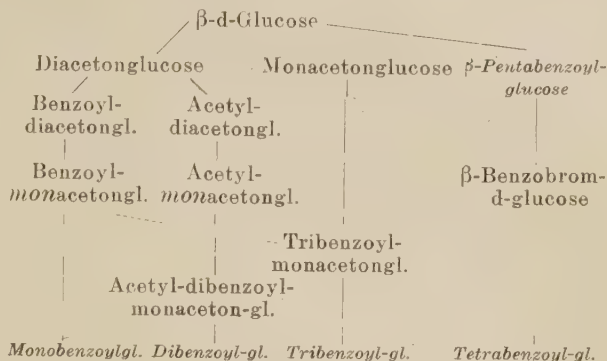


Besonderes Interesse erwecken die Acylderivate der physiologisch wichtigen *Glucose*, weil sie in der Natur verbreitet zu sein scheinen. Völlig gesichert erscheint allerdings bis jetzt nur das Vorkommen des Vacciniins. Doch ist zu erwarten, daß die Kenntnis der Eigenschaften der synthetischen Stoffe im Verein mit den neuen Methoden die Erkennung und Isolierung anderer Vertreter erleichtern wird. An synthetischen Produkten lieferte der Ausbau der oben skizzierten Methode durch Kombination von Acetonnylierung, Acylierung und Wiederabspaltung des Acetons eine Reihe kristallisierter Glucosederivate von der Monobenzoyl- bis zur erschöpfend acylierten Pentabenzolverbindung. Die folgende Übersicht zeigt die dazu benutzten Wege und gibt am Beispiel des Traubenzuckers ein Gesamt-bild der Methode.

Als vollständige Reihe von Typen acylierter Glucosen besitzen diese Körper einiges Interesse. Die auf denselben Wegen hergestellten Mono- und Trigalloylglucosen¹⁰⁾ forderten einen Vergleich mit der von

*Feist*¹¹⁾ aufgefundenen und als Monogalloylglucose angesehenen Glucogallussäure, und der von *Fridolin*¹²⁾ in den Myrobalanen entdeckten Chebulinsäure. Beide erwiesen sich jedoch als von den synthetischen Produkten verschieden.

Unter den Abkömmlingen des *Fruchtzuckers* beansprucht die Monogalloylverbindung einiges Interesse, da sie gut kristallisiert und, wie die Monogalloylglucose, im Gegensatz zu höher galloylierten Zuckern



noch keine Gerbstoffreaktionen zeigt. Eine einzige Galloylgruppe scheint also nicht zu genügen, um mit einem Zuckerrest einen Gerbstoff zu bilden¹³⁾.

Über die Ursachen der Entstehung solcher Acylzucker im Organismus läßt sich Sicheres noch nicht sagen. Man könnte an die Mithilfe synthetisierender Enzyme denken. Es sei in diesem Zusammenhang auf ähnliche Verhältnisse bei der Bildung von Estern und Glyceriden hingewiesen und auf die Versuche von *Arees* und *Hinkins*¹⁴⁾, die in einer essigsäuren Glucose-lösung durch Pankreatin teilweise Veresterung hervorriefen. Interessant sind auch die Bildungsverhältnisse des Vacciniins, und die älteren Ansichten von *Brunner* und *Chuard*¹⁵⁾ über den Säureumsatz in reifenden Früchten (Glykobernsteinsäure).

J. C. Irvine hat zusammen mit seinen Mitarbeitern im Laufe der Jahre eine große Zahl alkylierter Zucker beschrieben. In einem zusammenfassenden Aufsatz weist er 1909 darauf hin¹⁶⁾, daß sie zur Bestimmung der Konstitution von Disacchariden und Glucosiden vorzüglich geeignet seien. In ähnlicher Verwendbarkeit treten nun neben die Alkyl- die *Acyl-glucosen*. Ferner erscheinen letztere geeignet, in Fällen, in denen die Alkylzucker infolge der Ähnlichkeit ihrer Substituenten mit denen des Glucosids bei der Konstitutionsermittlung und Synthese versagen sollten, zu diesen Zwecken Verwendung zu finden.

Im Gegensatz zu erschöpfend acylierten Zuckern zeigen die bisher bekannten Beispiele teilweise acylierter Glucosen experimentell weniger angenehme Eigenschaften, so daß zu befürchten ist, daß bei der Isolierung natürlich vorkommender Produkte Schwierigkeiten entstehen. Bedeutend vereinfachen läßt sich

⁶⁾ Ber. d. D. chem. Ges. 48, 266 (1915).

⁷⁾ Ber. d. D. chem. Ges. 49, 88 (1916).

⁸⁾ Ber. d. D. chem. Ges. 49, 289 (1916).

⁹⁾ Ber. d. D. chem. Ges. 49, 88 (1916); Sitzber. der Berl. Akademie 1916, 570 (vgl. Chem. Zentralbl. 1916, II, 132); 1916, 1294 (vgl. Chem. Zentralbl. 1917, I, 486).

¹⁰⁾ Sitzber. d. Berl. Akademie 1916, 570.

¹¹⁾ Arch. d. Pharm. 251, 483 (1913).

¹²⁾ Diss. Dorpat 1884.

¹³⁾ Sitzber. d. Berl. Akademie 1916, 571, 587, 1296; *E. Gilson*, Compt. rend. 136, 386 (1903) (vgl. Chem. Zentralbl. 1903, I, 883).

¹⁴⁾ Amer. chem. Journ. 28, 370, 385 (1902), dort Literatur.

¹⁵⁾ Ber. d. D. chem. Ges. 19, 611, 619 (1886).

¹⁶⁾ Biochem. Zeitschr. 22, 357 (1909).

nun die Isolierung von mehrwertigen Alkoholen, Zuckern und ihren Acylderivaten und ihre gleichzeitige Reinigung und Identifizierung, wenn man sie in ihre Acetonverbindungen überführt. Diese sind mit ganz anderen Löslichkeitsverhältnissen ausgestattet als die Muttersubstanzen, besitzen ein gutes Kristallisationsvermögen und können nach ihrer Reinigung mit Leichtigkeit in die Stammkörper zurückverwandelt werden. Auf diese Weise ist der Nachweis geglückt, daß die synthetische Monobenzoylglucose in dem amorphen, natürlichen Vacciniin enthalten ist. Es ist zu erwarten, daß die Acetonylierungsmethode in sinn-gemäßer Verknüpfung mit den bisherigen Reinigungsmethoden bei der Isolierung von mehrwertigen Alkoholen, Zuckern und ihren Derivaten noch gute Dienste leisten und weitere Erfolge zeitigen wird.

H. Noth, Berlin-Charlottenburg.

Die Untersuchungen des Elbwassers von 1882 bis 1915. (H. Precht, Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung Bd. 59, S. 553—558, 566—569.) Filtriertes Elbwasser wird in den Städten Magdeburg, Hamburg und Altona vorzugsweise zur Trinkwasserversorgung verwendet. Weniger die organischen Verunreinigungen des Elbwassers, die durch die Selbstreinigung der Flüsse zum großen Teile beseitigt werden, als vielmehr die von der Elbe mitgeführten salzigen Abwässer der Kaliindustrie werden hierbei als schädlich angesehen, weil sie nicht wie die Bakterien durch einfache Filtration aus dem Wasser entfernt werden können. Verfasser hat als erster im Jahre 1882 das Elbwasser oberhalb Magdeburgs genauer untersucht, um einen Einspruch der Stadt Magdeburg gegen die Errichtung neuer Chlorkaliumfabriken an der Saale auf seine Berechtigung zu prüfen. Seit jenem Jahre ist das Elbwasser in Magdeburg in großem Umfange fortlaufend untersucht worden. Verfasser berichtet über das Ergebnis dieser Untersuchungen sowie über die Entwicklung der Wasserversorgung der genannten drei Städte. Die Untersuchungen hatten das interessante Ergebnis, daß das Elbwasser bei Magdeburg zu ein und derselben Zeit an den beiden Ufern, in der Mitte des Flusses sowie auch in verschiedener Tiefe ganz verschiedene Zusammensetzung hat und daß der Salzgehalt, namentlich auch der Gehalt an Chloriden, auf der Magdeburger Seite am größten ist. Aus diesem Grunde wurde auch im Jahre 1909 die Schöpfstelle des Magdeburger Wasserwerks auf das gegenüberliegende (rechte) Ufer verlegt, wodurch die Beschaffenheit des Leitungswassers sich erheblich gebessert hat. In Hamburg wurde das Elbwasser früher nur in einer Kläranlage gereinigt und erst im Jahre 1893 nach der Choleraepidemie wurde eine zentrale Sandfiltration eingerichtet; daneben besteht in Hamburg auch eine Versorgung mit Grundwasser, durch die aber nur etwa ein Fünftel des Wasserverbrauchs der Stadt gedeckt wird. Obwohl das Grundwasser mit dem Elbwasser in Verbindung steht, ist sein Salzgehalt doch geringer. In Altona wurde bereits im Jahre 1859 ein Wasserwerk mit Sandfiltration von einer Aktiengesellschaft in Betrieb genommen, das 1899 in den Besitz der Stadt überging. Die Wasserentnahmestelle befindet sich merkwürdigerweise 12 km unterhalb von Altona, an einer Stelle also, wo das Elbwasser bereits die gesamten Kanalisationswässer von Hamburg und Altona enthält. Das Wasser wird zunächst geklärt und hierauf durch Sand filtriert; obwohl es eine höhere Gesamthärte und einen größeren Salzgehalt als das Magdeburger Wasser aufweist, ist es doch als brauchbares Trinkwasser zu bezeichnen.

Über ein neues Verfahren zur Stickstoffverbrennung berichtet Ingenieur H. Andrießens in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1917, S. 322. Das neue Verfahren, das der Verfasser zusammen mit Dr.-Ing. Scheidemandel ausgearbeitet hat, erstrebt im Gegensatz zu dem Verfahren von Birkeland die Verbreiterung des ausgezogenen Lichtbogens über eine möglichst kleine Reaktionsfläche. Bekanntlich wird das im Lichtbogen gebildete Stickoxyd bei etwa 3000° abs. weitgehend zersetzt, wenn es nicht sofort stark abgekühlt wird. Aus theoretischen Erwägungen kommt Verfasser zu dem Ergebnis, daß bei einem wirtschaftlich arbeitenden Luftverbrennungsverfahren der Lichtbogen möglichst lang ausgezogen sein muß, daß dagegen die Fläche, über die der lang ausgezogene Lichtbogen sich verbreitert, also das „Flammenvolumen“, möglichst klein sein muß. Diesen letzten Gesichtspunkt berücksichtigen die bisherigen Verfahren zur Stickstoffverbrennung nicht hinreichend, wodurch sie die Stickoxydausbeute beeinträchtigen. Um ein möglichst kleines Flammenvolumen zu erzielen, hat Verfasser einen hochgespannten Wechselstromlichtbogen zwischen zwei nahe benachbarten Elektroden erzeugt und diesen durch einen Luftstrom, der durch eine Düse zwischen den Elektroden austritt, ausgezogen. In einigem Abstände von den Elektroden ist ein kräftiger Elektromagnet so angebracht, daß seine Achse der Verbindungslinie der beiden Elektroden parallel ist. Die relative Stromrichtung der beiden Lichtbogenstücke ist entgegengesetzt der Kraftlinienrichtung des Magnetfeldes. Durch das Magnetfeld wird nun der Lichtbogen zu einer Fläche ausgebreitet, die durch eine schraubenförmige Linie begrenzt ist, und durch entsprechende Wahl der Luftzuführung gelingt es, die Elektroden einander so weit zu nähern, daß der Schraubengang der Entladungsausbreitung nur wenige Millimeter beträgt. Dadurch kann man den Lichtbogen auf einen engen Reaktionsraum beschränken. Das neue Verfahren gestattet, mit viermal größerer Luftgeschwindigkeit zu arbeiten als bei dem Verfahren von Birkeland, da bei gleicher linearer Lichtbogenausdehnung wie bei dem Birkelandverfahren die Flächenausdehnung der Entladungserscheinungen hier viermal kleiner ist. Auf diese Weise wird das steile Temperaturgefälle erzielt, das zur wirksamen Abkühlung des im Lichtbogen gebildeten Stickoxyds sowie zur Verhütung seiner Zersetzung erforderlich ist. Infolgedessen ist auch bei dem neuen Verfahren die Ausbeute um etwa 80% höher als bei dem Verfahren von Birkeland. Bei 35 kW Ofenbelastung wurde bereits eine Ausbeute von 70 g, bezogen auf 100-prozentige theoretische Salpetersäure, erzielt gegenüber 30 bis 45 g bei einem Birkelandofen von gleicher Größe.

Zersetzung von Ammoniak. Bei Kühlanlagen sind in den letzten Jahren mehrfach Betriebsunfälle und Explosionen vorgekommen, die auf die Zersetzung von Ammoniak zurückgeführt wurden. Auch in den Vereinigten Staaten von Amerika ereigneten sich mehrere derartige Unfälle. Einem Bericht von F. L. Fairbanks in der amerikanischen Zeitschrift „Power“ entnimmt die „Eis- und Kälte-Industrie“ 1916, S. 78, folgende Angaben über die Entstehungsursache. Die Versuche wurden an einer Kältemaschinenanlage mit einer Füllung von mehr als 45 000 kg Ammoniak angestellt, und zwar möglichst unter solchen Verhältnissen, die bei anderen Anlagen zu Explosionen geführt hatten. Gasförmiges Ammoniak ist bekanntlich an der Luft unter normalen Verhältnissen weder entzündbar noch

explosiv. Unter ungünstigen Umständen kann es sich jedoch teilweise in seine Bestandteile, Stickstoff und Wasserstoff, zersetzen, so z. B. bei hoher Gastemperatur, niedrigem Kondensatordruck und großer Kolbengeschwindigkeit. Ferner können infolge der fortwährenden Erschütterungen während des Kompressorganges explosive Ölluftgemische entstehen; zwar ist in der Regel niemals genügend Luft zur Bildung eines derartigen explosiven Gemisches vorhanden, dieser Fall kann aber eintreten, wenn durch Zersetzung von Ammoniak entstandener Wasserstoff hinzukommt oder wenn aus dem Schmieröl Kohlenwasserstoffe gebildet werden und dieses Gemisch infolge Undichtwerdens oder Bruches des Kompressors in den Maschinenraum entweichen kann. Die Versuche ergaben, daß die vom Kondensator oder Absorber abgesaugten Gase entzündbar sind und in der Luft sehr schnell verbrennen. Dagegen konnte keine Entzündung während des Betriebes herbeigeführt werden, solange die Gasgemische im Maschinensystem eingeschlossen blieben, weil sie in diesem Falle nicht den zur Verbrennung erforderlichen Sauerstoff fanden. Zu einem Betriebsunfall bei einer Absorptionsmaschine äußert sich *Fairbanks* dahin, daß die Explosion sehr wahrscheinlich durch Ausströmen entzündbarer Gase entstanden ist, die infolge eines Rohrbruches entwichen, sich im Rektifikator abschieden und sich so schnell mit Luft mischten, daß eine Explosion erfolgen konnte. Er ist überzeugt, daß Ammoniakzersetzungen in den Absorptionsmaschinen stattfinden, besonders bei Gegenwart von Hochdruckdampf mit seiner hohen Temperatur, sowie wenn Maschinenteile aus Zink bzw. Zinklegierungen vorhanden sind und wenn diese mit Ammoniak in Berührung kommen.

A. Sander, Darmstadt.

Zoologische Mitteilungen.

Pferdestudien an der Ostfront veröffentlicht *Hans Krieg* im *Zoolog. Anzeiger* Bd. 49, Nr. 7/8. Er beschreibt einen falben Pferdetypos, der unter dem Landschlag Kurlands und Litauens nicht selten auftritt, eine recht deutliche zebroide Streifung zeigt und in der Farbe und Zeichnung eine überraschende Ähnlichkeit mit dem Przewalskipferd des Berliner Zoologischen Gartens besitzt. Diese Ähnlichkeit beruht außer der Gesamtfarbe hauptsächlich auf der rostroten Farbe der Gesichtsteile, dem Aalstrich, der dunklen Färbung der Extremitäten und der Art der zebroiden Streifung. Auch gewisse Übereinstimmungen im Habitus sind nicht zu verkennen. Bei beiden Pferdeformen verschwinden die Streifen bei der Winterbehaarung. Neben dem falben ist *Krieg*, besonders häufig in der Gegend von Smorgon, auch ein mausgrauer Typ des Bauernpferdes aufgefallen. Dieser ist in seinen Merkmalen noch einheitlicher und charakteristischer als der falbe und scheint in Farbe und Zeichnung dem „grauen Tarpan“ zu entsprechen. Die Unterschiede zwischen den extremen Formen beider Typen sind nur quantitativer Natur, auch wenn man alle Zwischenformen als intermediäre Bastardzustände der Farbe und Zeichnung erklären wollte. Dies gilt auch für die wilden Stammformen beider Typen. Wenn es richtig ist, den falben Typus auf das Przewalskipferd, den mausgrauen Typus auf den grauen Tarpan zurückzuführen, so müssen wir annehmen, daß diese beiden Formen in einer und derselben Population von Hauspferden enthalten sind, denn diese spaltet Merkmale beider For-

men ab. Über die Erblichkeit dieser Merkmale konnte *Krieg* bis jetzt nichts Zuverlässiges erfahren. Es wäre seiner Ansicht nach falsch, wollte man die beiden Typen als sprunghafte Rückschläge auf weit zurückliegende Vorfahren erklären; sie haben sich vielmehr in diesem züchterisch niederstehenden Pferdeschlag als Varianten erhalten. Vermutlich liegen sowohl den Merkmalen des falben als auch denen des mausgrauen Typus untrennbare Komplexe von Erbfaktoren zugrunde. Diese Erbfaktoren aber sind von verschiedener „Durchschlagskraft“, werden also verschieden leicht, d. h. verschieden häufig durch andere, über sie dominante oder epistatische Faktoren zur Latenz verurteilt. Der Aalstrich tritt nie ohne dunkle Schattierung der Extremitäten auf, wohl aber diese ohne den Aalstrich; und zebroide Streifen nie ohne den Aalstrich, wohl aber dieser ohne sie. Nach ihrer Durchschlagskraft geordnet, gruppieren sich diese Merkmale wie folgt: 1. dunkle Extremitäten, 2. Aalstrich, 3. Streifung. Innerhalb der Streifung müssen wir wieder unterscheiden: a) Streifen an den vorderen, b) an den hinteren Extremitäten, c) Kreuzfleck, d) Stirnstreifung. Das Sichtbarwerden jeder dieser Eigenschaften ist vom Vorhandensein der vor ihr angeführten abhängig.

✶ **Otto Zacharias**. Dem am 2. Oktober 1916 verstorbenen Begründer und Direktor der biologischen Station zu Plön, dem Schriftleiter des Archivs für Hydrobiologie und Planktonkunde, widmet *August Thienemann* einen Nachruf. *Zacharias* entstammt einer alten, geachteten Familie, die seit über 100 Jahren in Leipzig und Umgegend ansässig ist. Der Vater war Möbelschneider und Dekorateur in Leipzig, wo *Otto Zacharias* am 27. Januar 1846 geboren wurde. Von seinem sechsten Jahre an besuchte er die erste Bürgerschule seiner Vaterstadt und kam nach seiner Konfirmation 1865 zum Universitätsmechaniker *Leiser* in die Lehre. Hier wurde der Direktor der Sternwarte *Bruhns* auf ihn aufmerksam, gewann lebhaftes Interesse an ihm und veranlaßte ihn, seinen Beruf aufzugeben und sich dem Studium der Philosophie und der Naturwissenschaften zu widmen. Nach Abschluß seiner Studien nahm *Zacharias* eine Stelle als Erzieher bei einer deutsch-italienischen Familie in Catania an und wurde sodann Hauslehrer bei einem in Gelnhausen ansässigen Großkaufmann und Kaffeeplantagenbesitzer. Später übernahm er die Redaktion des Staatsanzeigers in Dessau, und nach seiner 1874 erfolgten Verheiratung wählte er sich das Städtchen Hirschberg im Riesengebirge zu seinem Aufenthalt, wo er als Redakteur am „Boten aus dem Riesengebirge“ tätig war. Von Hirschberg zog er aufs Land in das nahe gelegene Cunnersdorf, um sich mehr und mehr seinen naturwissenschaftlichen Studien zu widmen. 14 Jahre lebte er so in Schlesien. Seine süßwasserbiologischen Untersuchungen begann *Zacharias* von Cunnersdorf aus 1884 mit pekuniärer Hilfe des *Grafen Schaffgotsch-Warmbrunn* an den Hochseen des Riesengebirges. Mittel, die ihm gelehrte Körperschaften und der Riesengebirgsverein gewährten, ermöglichten es ihm, seine faunistischen Studien weiter auszudehnen. So treffen wir ihn, planktonfischend, 1885 im Glatzer-, Iser- und Riesengebirge, 1886 an 42 Wasserbecken Holsteins, Mecklenburgs, Westpreußens, später an den Eifelmaaren und am Süßen und Salzigen See bei Halle. Auf diesen Untersuchungsreisen reifte in ihm der Plan der Gründung einer lakustrischen Untersuchungsstation, und im Frühjahr 1892 konnte die Eröffnung der Biologischen Station am großen Plöner See erfolgen. Mit

Fleiß und Eifer widmete *Zacharias* nunmehr alle seine Kräfte der Erforschung der Lebewelt der Gewässer der näheren und weiteren Umgebung seines Wohnsitzes. Besonders waren es das Plankton, das ihn immer mehr beschäftigte. Vom Jahre 1893 an vereinigte er seine und seiner Mitarbeiter Studienergebnisse in den jährlich erscheinenden „Forschungsberichten aus der Biologischen Station zu Plön“, von denen bis zum Jahre 1905 zwölf Bände erschienen. 1905 wurden diese Berichte durch das „Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde“ fortgesetzt. Damit war die erste große hydrobiologische Zeitschrift geschaffen, als deren Redakteur *Zacharias* bis zu seinem Tode unermüdlich tätig war. Im Jahre 1907 wurde ihm der Professortitel verliehen, und 1909 begann er hydrobiologische Ferienkurse für die Lehrerschaft aller Schulgattungen abzuhalten. Es wird sein dauerndes Verdienst bleiben, als einer der ersten Pioniere der Hydrobiologie des Süßwassers die Selbstständigkeit dieses biologischen Forschungszweiges und seine Bedeutung für Theorie und Praxis immer wieder hervorgehoben und der Hydrobiologie so zu der Stellung verholfen zu haben, die sie heute einnimmt.

Über die Benennung der Tiere entwickelt *Dahl* im *Zool. Anzeiger* Bd. 49, Nr. 7/8, die folgenden Gedanken: Dadurch, daß man den Begriff der „Einbürgerung“ in die Nomenklatur eingeführt hat, ist die herrschende Verwirrung nicht beseitigt, sondern nur noch größer geworden, denn es gibt Forscher, die von einer Einbürgerung nichts wissen wollen. Diesen Begriff wollte man zunächst nur bei der Wahl der Gattungsnamen zur Anwendung bringen. Neuerdings überträgt man ihn aber auch auf die Artnamen. So will *Reichenow* den Namen *Sylvia orphea* beibehalten, ihn nicht in *Sylvia hortensis* umändern, weil eine unserer gemeinsten *Sylvia*-arten, die Gartengrasmücke, früher vielfach *S. hortensis* genannt worden ist, und deshalb durch die Namenänderung eine „grenzenlose Verwirrung“ eintreten würde. Es wird also der neue Begriff „Verwirrung“ in die Nomenklatur eingeführt. Wo aber dieser Begriff zur Anwendung kommen kann und muß, ist eine schwierige Frage. *Dahl* glaubt, daß für den Nichtspezialisten nur ein gangbarer Weg bleibt, nämlich, bei Nennung eines Namens sich einer guten Monographie bzw., wenn eine solche nicht existiert, einer durchaus sicheren Literaturstelle anzuschließen und in eckiger Klammer kurz auf diese zu verweisen. Tut man dies, so ist es völlig gleichgültig, ob der verwendete Name die Priorität hat oder nicht, ob er eingebürgert ist, ob er auch für andere Arten verwendet ist usw. Durch Anhängung des Hinweises hat man klar zum Ausdruck gebracht, welche Art man meint, und darauf allein, nicht auf den Namen, kommt es in wissenschaftlichen Arbeiten an. *Dahl* hat bei seinem Vorschlag nur die Praxis des Nichtspezialisten im Auge. Dem Spezialisten Vorschriften machen zu wollen, wie er sich als Monograph bei Benennung der Gattungen und Arten verhalten soll, hält er für aussichtslos. Doch bringt er die Erfahrungen zum Ausdruck, die er bei der Bearbeitung seiner eigenen Monographien gemacht hat. Als ersten Grundsatz hebt er hervor, daß er sich möglichst eng an die internationalen Re-

geln von 1905 angeschlossen habe. Das Gesetz der Priorität, das in diesen Regeln zum Ausdruck gelangt, entspricht nach seiner Meinung so vollkommen dem allgemeinen Rechtsgefühl, daß es im Prinzip wohl immer seine Gültigkeit behalten wird. Doch weicht *Dahl* in drei Punkten in seiner Auffassung der internationalen Regeln von der Auffassung einiger anderen Zoologen ab. Erstens läßt er Schriften und Aufsätze, die ihm als offenbar unwissenschaftlich erscheinen, in seinen wissenschaftlichen Arbeiten unberücksichtigt. Zweitens erkennt er Gattungsnamen nur dann an, wenn der Autor den Beweis geliefert hat, daß er den Grundsätzen der binären Nomenklatur folgte. Drittens erkennt er Berichtigungen, die frühere Autoren vornahmen, an. Er erreicht auf diese Weise, daß er eingebürgerte Namen nur in den seltensten Fällen zu ändern braucht.

Kasuistische Beiträge zur Pathologie der Reptilien bringt *Otto Schiche* im „*Zool. Beobachter*“, Jahrg. 58, Nr. 4. Er hielt 1913 ein Pärchen von *Lacerta reticulata* Bedr., einer bekannten Eidechse aus dem Hochgebirge Korsikas. Eines Tages verunglückten diese beiden Tiere dadurch, daß sie in ihrem zeitweiligen Unterkunftsort, einem durchlüfteten Blechkasten, von der Heizung zu stark erwärmt wurden und sich bedeutende Brandverletzungen zuzogen. Im Anfang hielt *Schiche* die Verletzungen für zu schwer, um die Tiere wiederherstellen zu können; als aber am nächsten Tage beide noch lebten, versuchte er, sie zu retten. Beim Männchen, dessen Vorderzehen sämtlich verbrannt und dessen Hinterfüße stark mitgenommen waren, konnte nur sorgfältige Pflege, nötigenfalls Zwangsernährung und Ruhe etwas ausrichten. Beim Weibchen, wo die Verletzung der Bewegungsorgane geringer war, mußte zuerst eine vorhandene Bauchwunde angegriffen werden. Da sie gut aussah, konnte *Schiche* sich darauf beschränken, die Ausheilung durch Auftragen von Vaseline zu beschleunigen; außerdem puderte er die ganze Umgebung der Wunde mit Vasenolofompuder gründlich ein. Etwa acht Tage nach der Verletzung waren beide Tiere den Umständen nach in günstiger Verfassung und bewegten sich freiwillig, wenn auch stark behindert, umher. Bei der Fortbewegung überwogen durchaus die schlängelnden Elemente; die verstümmelten, übrigens verheilten Gliedmaßen, die von Anfang an mitbenutzt wurden, kamen als Unterstützung kaum in Frage. Das Männchen zeigte ferner die Eigentümlichkeit, den Rücken beim Laufen stark gekrümmt zu tragen, so daß der ganze Körper einen ziemlich hohen Bogen bildete. Nach 14 Tagen war die Bauchwunde des Weibchens fast verheilt. Die Nahrungsaufnahme war bei beiden Tieren immer noch nicht freiwillig; Abmagerung wegen Zwangsfütterung war erkennbar. Die Ortsbewegung erwies sich gegen den letzten Befund nicht wesentlich verändert. Die Koordination der Bewegungen war noch etwas vollkommener geworden; beide Tiere begaben sich regelmäßig von ihrem Schlupfwinkel durch einen Teil des Terrariums zum Sonnenplatz und zurück. Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß eine Einstellung der Lebensgewohnheiten auf gewaltsam veränderte Bedingungen diesen Tieren gelegentlich einmal in kurzer Zeit möglich ist.

W. May, Karlsruhe.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 49.

7. Dezember 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Keimungsversuche mit Nachtkerzensamen.
Von Prof. Dr. Hugo de Vries, Lunteren. S. 725.

Spezifische Reagentien der analytischen Chemie.
Von Prof. Dr. J. Koppel, Berlin-Pankow. S. 730.

Besprechungen:

Trendelenburg, W., Stereoskopische Raum-
messung an Röntgenaufnahmen. Von Moritz
von Rohr, Jena. S. 732.

Schröder, H., Die Hypothesen über die chemischen
Vorgänge bei der Kohlensäureassimilation und
ihre Grundlagen. Von Georg Trier, Zürich.
S. 734.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten
Naturwissenschaften in Marburg, Sitzungs-
berichte der Kaiserlichen Akademie der
Wissenschaften in Wien. S. 734.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig

Julius von Wiesner

Die Rohstoffe des Pflanzenreichs

Versuch einer technischen Rohstofflehre des Pflanzenreichs

Dritte, umgearbeitete und erweiterte Auflage

Unter Mitwirkung von Prof. Dr. Max Bamberger, Prof. Dr. Wilh. Figdor, Reg.-Rat Prof. Dr. T. F. Hanausek, Hofrat Prof. Dr. F. R. v. Höhnelt, Prof. Dr. M. Hönig, Prof. Dr. G. van Iterson, Prof. Dr. F. Krasser, Prof. Dr. F. Lafar, Prof. Dr. K. Linsbauer, Hofrat Prof. Dr. K. Mikosch, Hofrat Prof. Dr. J. Moeller, Hofrat Prof. Dr. H. Molisch, Hofrat Prof. Dr. K. Wilhelm und Hofrat Prof. Dr. S. Zeisel.

In 3 Bänden gr. - 8°.

I. Band:	Mit 98 Figuren im Text. (X u. 759 S.) M. 25.—, in Halbfranz gebunden M. 28.—
II. Band:	Mit 169 Figuren im Text. (Erscheint in einigen Monaten.)
III. (Schluß-) Band:	(Erscheint voraussichtlich 1918.)

Aus den Besprechungen:

„Durch das Zusammenwirken zahlreicher Sachverständiger unter einheitlicher Leitung und nach einheitlichem Plane ist in vorliegendem Werke ein außerordentlich wertvolles Hilfsmittel zum Studium der Rohstoffe geschaffen worden. Was bisher auf dem Gebiete sicher gestellt wurde, ist übersichtlich zusammengestellt und kritisch geordnet, das Wesentliche von dem Unwesentlichen geschieden und so eine breite Basis geschaffen, auf der weiter gebaut werden kann.“

Flora oder Allg. bot. Zeitung.

Ausführliches Verzeichnis der in meinem Verlage
erschienenen 195 Bändchen

Ostwalds Klassiker

der exakten Wissenschaften

erhalten Interessenten auf Verlangen kostenlos zugesandt.

Mein Jubiläumskatalog 1811–1911

mit 12 Tafeln, 10 Faksimilebeilagen und einem
Stammbaum (II, 118 u. 447 S. gr.-8°) nebst Jahres-
nachträgen 1912–1916 steht gegen Voreinsendung
des Paketportos kostenlos zur Verfügung.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 40 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Stereoskopische Raummessung an Röntgenaufnahmen

Von **Wilhelm Trendelenburg**

Dr. med., o. ö. Professor der Physiologie in Tübingen

Mit 39 Textabbildungen — Preis M. 6.80

(Siehe Besprechung in dieser Nummer.)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig

Neu erschienen:

Professor Dr. R. Demoll

Die Sinnesorgane der Arthropoden ihr Bau und ihre Funktion

VI, 243 S. gr. 8^o. — Mit 118 Abbildungen. — Geheftet M. 10.—; gebunden M. 12.—

Professor Dr. K. Escherich

Die Ameise

Schilderung ihrer Lebensweise

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage

XVI, 348 S. gr. 8^o. — Mit 98 Abbildungen. — Geheftet M. 10.—; gebunden M. 12.—

Hermann von Helmholtz:

Zwei Vorträge über Goethe

(Goethes naturwissenschaftliche Arbeiten)

Goethes Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen)

Herausgegeben von **W. König**

Feldaussgabe in Taschenformat. Steif broschiert M. —.80

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

7. Dezember 1917.

Heft 49.

Keimungsversuche mit ^{naked}Nachtkerzen-^{seed}samen.

Von Prof. Dr. Hugo de Vries, Lunteren,

Professor der Botanik an der Universität Amsterdam.

Für Keimungsversuche im Zimmer bilden die Samen der Nachtkerzen in vielen Hinsichten ein vorzügliches Material, da sie unschwer zu bekommen sind und sich den künstlichen Bedingungen gut fügen. Sie sind daher als Beispiel zu empfehlen, und die mit ihnen gemachten Erfahrungen lassen sich dann oft bequem auf beliebige andere Samenarten anwenden. Allerdings bilden sie in ihrem Baue eine auffallende Ausnahme von der Regel. Denn während in weit-aus den meisten Samen die äußere Schicht die Hartschicht bildet, welche dem Eindringen des Wassers Widerstand leistet, liegt diese Eigenschaft bei ihnen in den inneren Teilen der Samenschale. Bekanntlich entwickelt sich die Schale aus den beiden Integumenten, welche anfangs die Samenknospe umschließen. Das innere Integument der Nachtkerzen bildet im reifen Zustande eine zweizellige Schicht, deren äußere Lage aus dünnen, schmalen Zellen mit harten Wandungen besteht, welche nur mit Mühe von Wasser getränkt werden können. Um diese Schicht herum liegt das äußere Integument als ein lockeres, runzeliges, in Wasser leicht aufquellendes und beim Austrocknen eigentümliche Falten bildendes Gewebe. Dieses hat den Vorteil, daß es die Samen nach dem Aufquellen vor Austrocknen schützt, indem es ihnen das aufgesogene sowie das ringsherum kapillar festgehaltene Wasser während bedeutender Zeit zur Verfügung stellt.

Im Innern dieser doppelten Schale liegt der Keim, von den fast unmerklichen Resten des Endosperms umgeben. Die Samenlappen enthalten die Nährstoffe für die heranwachsende Keimpflanze, und beim Zerdrücken der Samen auf Papier überzeugt man sich leicht, daß diese zum größten Teil aus Öl bestehen. Wenn die Samen, nach jahrelangem Aufbewahren, vor Alter sterben, dringt das Öl aus dem Gewebe heraus, trinkt die Schale und ändert ihre dunkelbraune Farbe in ein rötliches Braun um. Oft bemerkt man das Absterben der Samen daran, daß die Papierhülsen, in denen man sie aufbewahrt, vom aufgesogenen Öle durchscheinend geworden sind. Solches tritt bei den Nachtkerzen in der Regel erst nach etwa sechs bis zehn Jahren ein, bei den Samen im Garten kultivierter Exemplare oft früher als bei denen wildwachsender Pflanzen derselben Art.

Der Keim ist gerade, und beim Aufnehmen von Wasser drückt er sein Würzelchen gegen die Micropyle, zerreißt das diese umgebende Gewebe und läßt die Wurzelspitze hervortreten. Ein kleines hellweißes Pünktchen an dem auf feuchter Erde liegenden Korne verrät dann den Beginn des Prozesses. Bald wächst die Wurzel heran, hinter ihrer Spitze bildet sich ein Kranz von steifen, geradeaus stehenden Wurzelhaaren, deren Aufgabe es ist, den Keim an die Erdteilchen zu befestigen. Mit der Lupe betrachtet, geben die Samen in diesem Stadium ein sehr niedliches Bild. Die Befestigung an die Erde, so schwach sie uns auch scheinen möge, ist eine sehr wesentliche, da sie die Wurzel befähigt, in den Boden abwärts zu wachsen und das Stengelchen sich zu erheben. Mißlingt sie, wie in Versuchen oder bei zu starkem Gießen nicht selten vorkommt, so können die späteren Wurzelhaare den Nachteil oft nicht ersetzen, und man sieht Wurzel und Stengel lose auf der Oberfläche des Bodens liegend heranwachsen, bis irgend ein von der Wurzelspitze begegneten Widerstand ihr die Gelegenheit bietet, in die Erde abwärts zu biegen.

Nicht alle Samen keimen gleichzeitig. Ein guter Teil pflegt in den ersten Tagen nach der Befeuchtung damit anzufangen, während andere erst nach Tagen oder Wochen, manche sogar erst nach Jahren erwachen. Ein Beispiel mag dieses erläutern. Im Monat März wurden einige tausend Samen der gewöhnlichen Nachtkerze (*Oenothera biennis* L.) in guter Erde ausgesät. Nach Verlauf eines Monats zog ich die gekeimten Exemplare aus, überließ die noch ruhenden Samen sich selber und wiederholte dann den Prozeß in regelmäßigen Zeiträumen. Im ersten Monat keimten 908, im zweiten 288 Samen. In den beiden nächstfolgenden aber nur 64 und im weiteren Verlauf des Sommers, bis Mitte September, noch 130. Infolge Regenwetters hatte die Anzahl merklich zugenommen. Mitte September bis Mitte Oktober keimten nur 6 Samen und während des Winters fast gar keine (3 Stück). Beim Eintreten des Frühlings wachte aber eine bedeutende Anzahl von Samen auf, und am 1. April konnte ich 272 Keimlinge zählen. Dann nahm der Prozeß allmählich wieder ab, um sich im nächsten Jahre, wenn auch in schwächerem Maße, zu wiederholen und dieses noch während einiger Jahre fortzusetzen.

Es gab also unter diesen Samen eine nicht unerhebliche Anzahl von Trotzern, welche ein oder mehrere Jahre im Boden ruhten, bevor sie zu keimen anfangen. Diese Eigenschaft ist eine

sehr nützliche, namentlich im trockenen Klima der amerikanischen Wüsten, wo die Nachtkerzen einheimisch sind. Denn sie gestattet den ein- und zweijährigen Arten, zu trockene Jahre, in denen die Keimung nur zu leicht mißlingt, im Boden ruhig zu überstehen. Dieselbe Erscheinung kommt bekanntlich bei sehr zahlreichen Arten von Pflanzen vor, und im Garten lohnt es sich, darauf Acht zu geben. Oft sieht man fünf oder mehr Jahre, nachdem eine Kultur aufgegeben worden ist, ihre Samen noch stets an derselben Stelle keimen. Das einjährige Bingelkraut ist vielleicht das bekannteste Beispiel (*Mercurialis annua*); obgleich ich es seit etwa einem Jahrzehnt nicht mehr kultiviere, keimt es in meinem Garten noch alljährlich. Samen von *Iris* scheinen nach zwanzig bis dreißig Jahren noch gelegentlich zu keimen, wenigstens finde ich die Keimlinge alljährlich in meinem jetzt etwa zwanzig Jahre alten Versuchsgarten, in welchem ich niemals eine *Iris* habe blühen lassen. Ebenso treten *Galinsoga parviflora*, Arten von *Papaver*, sowie das gemeine Schöllkraut noch immer an Stellen auf, wo ich sie vor mehr als zehn Jahren zum letzten Male blühen ließ.

Wenn man alte Samen von Nachtkerzen zur Aussaat bringt, sieht man oft, daß die Keime, obgleich sie noch lebensfähig sind und ihre Würzelchen hervortreiben, dennoch stark geschwächt sind. Sie sind oft nicht imstande, die Samenhaut abzustreifen und die Samenlappen zu entfalten. Der Same ruht hoch auf dem emporgerichteten Stengelchen, aber die Samenlappen bleiben in ihm eingeschlossen. Oder sie treten nur eine Strecke weit heraus, nicht weit genug, um zu ergrünen. In beiden Fällen sterben die Keimlinge zu Hunderten; nur ganz einzelnen gelingt es, die Schale so weit abzustreifen, daß die unteren Hälften der Samenlappen ergrünen und die ersten Blättchen sich seitlich zwischen diesen hervorstrecken können. Dieselben merkwürdigen Erscheinungen sieht man bisweilen an schwachen Bastardsamen oder an den gelblich-grünen Varietäten.

Um das weitere Wachstum der Keimwurzeln in der Erde zu beobachten, empfiehlt es sich, sie an einem schiefen Glase herabwachsen zu lassen. Am einfachsten nimmt man einen Holzkasten und ersetzt eine der Wandungen durch eine Glasscheibe. Diese soll etwas herübergeneigt sein. Man füllt den Kasten mit Erde und sät die Samen am Glasrande. Die senkrecht abwärts wachsenden Wurzeln erreichen nun bald das Glas und wachsen an diesem entlang hinunter. Es empfiehlt sich, sie mittels eines Holzbretts dunkel zu halten. In dieser Weise läßt sich die Länge der Hauptwurzel nach bestimmten Zeiten messen. Oder man klebt oder zeichnet einen Maßstab an sie entlang und liest jeden Tag die Zunahme ab. Man sieht, wie die Spitze an kleinen Steinchen herum biegt, wie die Wurzelhaare namentlich in den Lufträumen der Erde schön herauswachsen,

um sich mit ihren Spitzen den Erdtrümmern fest anzukleben, und wie sie bald darauf wieder absterben. In den älteren Teilen beobachtet man die Verzweigung. Stellt man den Kasten schief, so kann man die geotropischen Krümmungen vor sich gehen sehen usw. Mit einem Worte, man kann fast alle Erscheinungen des Keimwurzel-lebens an einer solchen schiefen Glasplatte leicht beobachten.

Handelt es sich nur darum, die allerersten Stadien zu sehen, oder gar nur um das Abzählen der nach bestimmten Zeiträumen gekeimten Samen, so empfehlen sich andere Methoden, in denen die Anwendung von Erde vermieden wird. Man kann z. B. die Samen auf feuchtem Fließpapier keimen lassen. Biegt man das Ende des Papierstreifens in ein Schälchen mit Wasser hinab, so saugt das Papier ausreichend Wasser auf, um die Samen feucht zu halten. Erhebt man das Schälchen, so kann man den Zufluß des Wassers zu den Samen nach Willkür steigern. Oder man benutzt Scheiben oder Schälchen aus nicht glasiertem Porzellan, wie sie für die Kontrolle landwirtschaftlicher Samen verwandt werden. Überhaupt sind die praktischen Methoden für die Beurteilung von allerhand Samen auch für den Schulgebrauch im Kleinen zu empfehlen. Eine gute Übersicht der dabei zu verwendenden Gerätschaften findet man z. B. im Lagerkatalog der Herren *Lenoir* und *Forster* in Wien (IV Waaggasse 5). Neben diesen empfehle ich das Ankeimen in Uhrgläschen ohne Papier und ohne jegliche Wasser aufsaugende Substanz. Die Porzellanschalen müssen in heißem Wasser oder Wasserdampf sterilisiert werden, und auch das Fließpapier schimmelt oft nach einigen Tagen. Die Uhrgläschen hat man nur in der gewöhnlichen Weise zu waschen und zu trocknen, nach jedem Versuch. Man legt die Samen in das Schälchen mit ein wenig Wasser und überläßt sie z. B. während einer Nacht sich selber, um sich so weit wie möglich vollzusaugen. Dann gießt man das Wasser vorsichtig ab, kehrt das Uhrglas um, wobei die Samen in einer kapillaren Wasserschicht am Glase kleben bleiben. Hier hat die Luft ausreichenden Zutritt zu ihnen, um den Keimungsvorgang einzuleiten, und nach einem oder einigen Tagen sieht man die Würzelchen zahlreich ihre Samenschalen durchbrechen. Allerdings erfordert der Versuch eine günstige Temperatur; am zweckmäßigsten ist es, die Samen in einem kleinen Thermostaten bei etwa 30° C liegen zu lassen. Auch hat man dafür zu sorgen, daß sie während dieser Zeit nicht austrocknen können.

Die Keimung in solchen umgekehrten Uhrgläschen hat zwei große Vorteile. Erstens liegen die Samen völlig frei, und heften die Keimlinge sich nicht an das Glas an. Liegen sie in ausreichenden Entfernungen, so sind sie völlig ungestört; liegen sie gehäuft, so verkleben sie sich allerdings mit ihren Wurzelhaaren nur zu leicht in unliebsamer Weise miteinander. Zwei-

tens aber kann man die einzelnen keimenden Samen mit einer Pinzette leicht ausheben; tut man solches, bevor sie die Wurzelhaare hervortreiben, so kann man sie auf feuchte Erde auspflanzen, z. B. der Reihe nach, um die mit verschiedener Anfangsgeschwindigkeit gekeimten Individuen miteinander auch später vergleichen zu können. Sucht man die Samen später aus, so ertragen sie das Auspflanzen zwar auch gut, man muß sie aber mit der Wurzelspitze in die Erde einstecken, da sie sonst oft die Anheftung mit dieser verfehlen. In manchen Versuchen habe ich eine bedeutende Schwächung der Keimlinge beobachtet, als sie erst nach dem Ausbilden der ersten starren Krone von Wurzelhaaren gepflanzt wurden.

Handelt es sich nur darum, Keimlinge in verschiedenen Altersstadien für die Demonstration vorrätig zu haben, oder gar nur um das Auszählen der Keime nach bestimmten Zeiten, so kann man in noch einfacherer Weise vorgehen. Man benutzt dazu Glasröhrchen, z. B. Reagenzröhrchen oder ähnliche Zylinderchen mit etwas dickerer Wandung, und verschließt diese, um der Verdunstung vorzubeugen, mit einem Kork. In Hunderten von Versuchen benutze ich seit mehr als zehn Jahren solche Röhrchen und finde sie völlig zweckmäßig und sehr bequem. Sie sind ausreichend dickwandig, 10 cm lang und 1,5 cm weit und liegen während der Versuche horizontal in kleinen Holzrahmen, jede Röhre von ihren Nachbarn durch eine kleine Holzleiste getrennt. Jedes Gestell enthält zehn solcher Röhrchen. Es ist wichtig, nicht zu viel Samen in ein Röhrchen zu bringen, da die Luft für die Keimung während einer oder zweier Tage ausreichen muß. Von kleineren Samen, wie die der Nachtkerzen, nimmt man am besten etwa zweihundert, was im Mittel dem Inhalt einer einzelnen Frucht entspricht. Größere Samen gebrauchen viel Sauerstoff und dürfen daher nur in viel geringerer Zahl benutzt werden. Man bringt die Samen trocken in die Röhre, gießt diese halb voll Wasser, schließt mit dem Kork und schüttelt tüchtig durch. Am nächsten Tage sind die Samen ausreichend durchnäßt, obgleich noch nicht alle Luft aus der äußeren schlaffen Samenhaut vertrieben worden ist. Man gießt jetzt das Wasser ab, indem man mittels eines Stückchens feinen Eisendrahtgewebes die Samen in der Röhre zurückhält. Die etwa am Siebe klebenden Samen löst man durch sanftes Aufstoßen los. Nötigenfalls muß das Wasser erneuert werden. Man setzt jetzt den Kork auf, verteilt die Samen an einer Längslinie der Röhrchenwand durch leises Aufstoßen der horizontal gehaltenen Röhre und dreht diese dann so, daß die Samen oben liegen. Überflüssiges Wasser sinkt dann hinunter, und es bleibt genau so viel kapillare Feuchtigkeit, als die Samen brauchen, während der Sauerstoff der Luft gerade den erforderlichen Zutritt findet. Schon nach einem bis zwei Tagen sieht man viele Würzelchen hervorbrechen, namentlich bei etwa 30° C.

Um die gekeimten Samen auszuzählen, breitet man sie auf einer mattgeschliffenen Glasplatte aus. Man benutzt eine lange Nadel mit Handgriff, deren Ende derartig spiralig umgebogen ist, daß man auch die letzten Samen aus der Röhre leicht herauschieben kann. Die Glasplatte legt man weder auf eine schwarze, noch auf eine weiße Unterlage; erstere würde die Samen, letztere die weißen Wurzelspitzen unscharf hervortreten lassen. Ich pflege eine Unterlage von rotem Fließpapier zu benutzen.

Von den Samen der *Oenothera biennis* keimen in den beiden ersten Tagen meist weit über die Hälfte; dann folgen noch einzelne, bis die Erscheinung anscheinend aufhört. Da erhebt sich die Frage, wie es sich mit den übrigen Samen, den Trotzern, verhält. Man nimmt eine harte Stahlnadel mit umgebogener Spitze und zerdrückt sie. Weitaus die meisten enthalten noch einen guten Keim; es sind das diejenigen, welche im Boden erst nach einer Ruhe von mehreren Monaten oder gar erst in den nächsten Jahren keimen würden. Daneben gibt es aber gewöhnlich ganz einzelne mit kleinen, unvollständig entwickelten Embryonen, welche somit wohl nicht keimfähig sind, und andere, deren Keim im Samen gestorben ist. Aus diesen drückt die Nadel einen mehr oder weniger formlosen Brei von Zellen heraus. Für mikroskopische Präparate von mazerierten Geweben, in denen die primären Zellwände aufgelöst sind und die einzelnen Zellen somit frei und abgerundet nebeneinander liegen, empfehlen sich solche gestorbenen Keime sehr.

Die Nachtkerze *Lamarcks* (*Oenothera Lamarckiana*) zeigt in solchen Versuchen die merkwürdige Erscheinung, daß nur etwa die Hälfte ihrer Samen Keime enthalten, während die übrigen leer sind. Äußerlich sind diese leeren Körner meist nicht von den gut gefüllten zu unterscheiden, obgleich häufig manche unter ihnen kleiner sind. Sie haben eine gute und anscheinend normal ausgebildete Samenschale, aber keinen Keim. Dieser ist kurze Zeit nach der Befruchtung gestorben, ohne es weiter zu bringen als zu einigen wenigen Zellteilungen, gerade genug, um für das Wachstum der Schale den erforderlichen Reiz abzugeben. Diese tauben Samen bilden ein schönes Beispiel einer nutzlosen und im Prinzip schädlichen Eigenschaft, denn sie beschränken ganz wesentlich den Raum, der in der engen Fruchthöhle für die Entwicklung der normalen Samen verfügbar ist.

Sät man die Samen in Schüsseln in gewöhnlicher Erde aus, so hängt die Zahl der keimenden Exemplare in hohem Grade vom mehr oder weniger fleißigen Begießen ab. Ist der Ort ziemlich kalt, so bleibt häufig ein großer Teil ruhen, bis warme, sonnige Tage eintreten. Dann keimen die Trotzer oft zahlreich und rasch. Offenbar hat die Sonnenwärme das Eindringen des Wassers stark beschleunigt, während dieses vorher nur langsam vor sich gegangen war.

Fragt man nun, wie es kommt, daß das Wasser so schwer eindringt und daß Samen so häufig monate- oder jahrelang, innerlich völlig trocken, im nassen Boden liegen bleiben, so ist die Antwort die folgende: Die Hartschicht ist kutikularisiert, d. h. ihre äußersten Schichten sind mit Wachs und Fett derart über- und durchzogen, daß sie nicht vom Wasser benetzt werden, wenigstens nicht innerlich. In der Hartschicht gibt es aber feine Rißchen, teils an der Micropyle, teils über die Oberfläche zerstreut. Durch diese kann das Wasser ein- und austreten. Dazu aber ist erforderlich, daß die Risse mit Wasser gefüllt sind. Beim Reifen der Samen verschwindet dieses und wird von Luft ersetzt. Werden nun die Samen benetzt, so löst sich diese Luft nur äußerst langsam auf, und solange sie nicht nahezu völlig verschwunden ist, verstopft sie die Risse mehr oder weniger vollständig. Samenkörner mit etwas weiteren Rißchen weichen daher früher auf und keimen rascher als solche mit feineren Lufträumen. Samen, deren Hartschicht nur äußerst feine Risse enthält, werden deshalb jahrelang der Auflösung dieser Luft und dem Eindringen des Wassers Widerstand leisten. Für das Leben der Keime, welches zwar fast unmerklich ist, aber doch nicht ganz stille steht, ist offenbar etwas Sauerstoff erforderlich, und diesen erhalten sie durch die feinen Luftrisse.

Es gibt zwei Methoden, den Widerstand der Hartschicht gegen die Wasseraufnahme künstlich zu überwinden. Die eine besteht in dem Anfeilen der Samen. Größere Samen, wie z. B. diejenigen der *Canna*-Arten, reibt man auf einer Feile. kleinere zwischen Scheuerpapier. Der kleinste mechanische Riß genügt, ein sofortiges Eindringen des Wassers bei nachheriger Befeuchtung zu bewirken. Viele harte Samen werden in den Gärtnereien in dieser Weise zur raschen und, was oft wichtiger ist, zur nahezu gleichzeitigen Keimung gebracht. In der Landwirtschaft hat man geeignete Apparate erfunden, um die Samen in großen Mengen rasch anzufeilen. Die bekannteste Methode ist die schwedische. Hier läßt man die Samen auf eine runde Scheibe von einem speziell dazu gemischten Zement fallen. Indem die Scheibe sich mit sehr großer Geschwindigkeit um eine senkrechte Achse herumdreht, reicht der einfache Stoß der Samen gegen sie aus, den erforderlichen Riß in der Hartschicht zu machen. In ununterbrochenem Strom fallen die Samen aus einem Trichter auf die Scheibe herab, und ganze Ernten werden in kurzer Zeit dadurch keimfähig gemacht. Die Kultur mancher wildwachsender Klearten, wie z. B. des gelbblühenden Klees, des Schotenklee, einiger kleiner Arten von Schneckenklee usw., deren Samen im ersten Frühling nur zu wenigen Prozenten zu keimen pflegen, welche aber nach dieser Behandlung fast sogleich zu 100 % aufwachsen, ist erst durch diese Methode möglich geworden. Im kleinen lassen sich solche Samen

ganz regelmäßig mit einer gewöhnlichen Feile keimfähig machen.

Die Samen der Nachtkerzen können aber nicht in dieser Weise angerieben werden, da ihre Hartschicht von der schlaffen äußeren Gewebeschicht allseitig umgeben ist. Es gelingt vielleicht mit vieler Mühe diese zu erreichen, oder das äußere Integument durch Hinwegscheiden unschädlich zu machen. Für Kulturversuche genügt das aber nicht. Ich benutze hier eine eigene Methode, welche auf dem Zusammendrücken der Luft in den Rissen und dem Hineinpressen des Wassers in diese beruht. Man stellt sich vor, daß die Risse durch die äußere kutikularisierte Schicht in die tieferen und weicheren Lagen der Zellwandungen eindringen. Solange das Wasser diese letzteren nicht erreicht, tritt kein Benetzen ein und bleibt der Keim somit trocken. Komprimiert man nun die Luft, so dringt das Wasser hervor, und dazu kommt noch, daß die Luft sich in diesem Zustande weit leichter und rascher in dem Wasser auflöst als sonst. Das Volumen der Luft in den Rißchen wird somit bald so klein werden, daß das Wasser die weicheren Lagen erreichen kann. Allerdings gehen solche Wirkungen nur allmählich vor sich, um so langsamer, je feiner die Rißchen sind. Es wird also mehrere Stunden oder einige Tage brauchen, um den Erfolg völlig zu sichern.

Mit einer Handpumpe, wie sie jetzt zum Füllen der Bänder der Automobile benutzt werden, erreicht man leicht eine Kompression zu 8 Atmosphären. Es kommt also nur darauf an, die Pumpe mit einem geeigneten Behälter für die Samen zu verbinden. Autoklave, wie sie zum Sterilisieren in Wasserdampf benutzt werden, eignen sich dazu ganz gut. Man weicht die Samen in den oben beschriebenen Röhrchen so gut wie möglich mit Wasser ein, setzt die Röhrchen aufrecht und offen in den Behälter und überläßt sie hier dem künstlichen Drucke. Nach meiner Erfahrung ist es zweckmäßig, einen Druck von etwa 8 Atmosphären während etwa zwei Tage einwirken zu lassen. Nach dieser Zeit prüft man die Keimfähigkeit in denselben Röhrchen, nach dem Abgießen des Wassers und in der geschilderten Weise.

Alle oder doch fast alle lebensfähigen Samen treiben dann in den ersten Tagen ihre Würzelchen hervor; bei den gewöhnlichen Arten bleiben nur etwa 5 % tote oder kranke Keime zurück und vielleicht einige ganz vereinzelt noch stets trotende Individuen. Bei der *Oenothera lamarckiana* steigt die Zahl der Keimlinge nur auf etwa 45 % wegen der tauben Samen. Sehr lehrreich wird aber der Versuch, wenn man eine Portion Samen zuerst in gewöhnlicher Weise keimen läßt und sich dann während einiger Tage überzeugt, daß kein oder fast kein Nachkeimen mehr zu erwarten ist. Komprimiert man dann nachher das Wasser und die Luft in den Rissen und setzt die Samen wiederum zum Keimen an,

so sieht man plötzlich alle oder fast alle bisherigen Trotzer ihre Würzelchen hervortreiben und keimen. Ein klarer Beweis, daß der Widerstand ihrer Samenschale durch das Komprimieren endgültig überwunden wurde. Die Methode läßt sich offenbar auf die trotzensamen Samen zahlreicher anderer Pflanzenarten anwenden.

Sät man die Samen behufs weiterer Kultur aus, so hat dieses offenbar in Erde zu geschehen. Oder vielmehr auf der Erde, denn kleine Samen brauchen keine Bedeckung und ertragen eine solche oft auch schlecht. Es kommt nur auf ein fleißiges Gießen und auf künstliche Wärme an, soweit Sonnenwärme fehlt oder nicht ausreicht. Die Samen der Nachtkerzen kann man ganz gut schon im Januar aussäen; manche Art, welche sonst nur zu oft zweijährige Individuen hervorbringt, kann dadurch veranlaßt werden, durchaus einjährig zu werden. Eine gute Gartenerde reicht aus, aber es ist gut, sie mit Sand zu mischen, um später, beim Verpflanzen, die zarten Wurzeln mehr unversehrt ausheben zu können. Die Keimlinge enthalten in ihrem Gewebe die erforderlichen Nährstoffe für das Wachstum der ersten Wochen, und dieses macht den Zusatz von Dünger nahezu überflüssig. Auch muß man mit solchem sehr vorsichtig sein, da er nur zu leicht die Entwicklung von Krankheiten fördert. Von diesen letzteren sind namentlich zwei den Keimpflanzen gefährlich; beide werden von Pilzen erregt. Der eine ist ein Fadenpilz, *Pythium de Baryanum*, der in der Gartenerde lebt und hier und dort in der Keimsschüssel vereinzelte Pflänzchen ergreift. Man sieht dann ihre Stengelchen erschaffen und die Samenlappen sich zum Boden neigen. Ist die Erde nicht zu naß, so breitet sich diese Krankheit nur wenig aus. Viel gefährlicher ist der Pilz, der zumeist *Botrytis cinerea* genannt wird, obgleich er eine Konidien tragende Schimmelform eines Becherpilzes, *Peziza Fuckeliana*, ist. Die Sporen sind in der Luft weit verbreitet, namentlich in Gewächshäusern. Man kann ihnen nicht entgehen und muß sich darauf beschränken, die Bedingungen für ihr Wachstum möglichst ungünstig zu machen. Stehen die Keimlinge zu dicht nebeneinander und bleiben Tropfen des Gießwassers zwischen ihnen hängen, so gibt dieses die günstigsten Umstände für den Angriff der *Botrytis*-Sporen, namentlich wenn sterbende oder abgestorbene Pflanzenteile sich in der Nähe befinden. Oft wird in einer Nacht eine ganze Gruppe von Keimlingen angegriffen, und die Fäulnis würde dann rasch um sich greifen. Das einfachste Mittel, diesem Uebel vorzubeugen, ist, die ganze erkrankte Gruppe vorsichtig zu entfernen und die betreffende Stelle möglichst rasch zu trocknen. Es läßt sich dadurch die Krankheit auf unbedeutende Verhältnisse beschränken.

Gegen *Pythium* und alle anderen in der Erde befindlichen Krankheitsursachen, sowie gegen schädliches Ungeziefer, wie Erdraupen, Erd-

schnaken (*Tipula*) und Ohrwürmerlarven (*Otiorynchus*) usw., tut man am besten, die Erde kurze Zeit vor der Benutzung zu sterilisieren, am liebsten in den Schüsseln selbst. Man überläßt sie in einem metallenen Behälter während mehrerer Stunden der Einwirkung des Dampfes kochenden Wassers. Alle Keime und die meisten Bakterien werden dadurch getötet, aber merkwürdigerweise wird die Fruchtbarkeit der Erde zu gleicher Zeit erhöht.

Die Keimpflanzen lieben ein volles Licht und eine günstige Temperatur. Im Halbdunkel werden ihre Stengelchen zu lang und zu schlaff; im Garten, an der vollen Sonne keimend, breiten sie ihre Samenlappen gerade auf der Oberfläche der Erde aus. Man begieße sie täglich, und am liebsten am frühen Morgen, da es wichtig ist, daß die Wassertropfen, welche an den Pflänzchen hängen bleiben, so bald wie möglich verdunsten. War eine Krankheit zu befürchten, so habe ich oft die Pflänzchen nach dem Begießen durch Überbreiten von Tüchern oberflächlich abgetrocknet, um einer Verbreitung des Pilzes vorzubeugen. Am besten aber wirkt selbstverständlich direktes Sonnenlicht. Als Etiketten benutzt man entweder gelbgemalte hölzerne oder schmale Zinkstreifen, am liebsten aber Etiketten aus präpariertem Zink. Mit chinesischer Tusche läßt sich auf beiden schreiben, und die Zeichen erhalten sich sogar unter der Erde während des Sommers.

Haben die Pflänzchen ihre Samenlappen entfaltet, so fangen sie an, eine Gruppe von kleinen Blättern zwischen diesen zu bilden, und das Stengelchen nimmt an Dicke, durch kambiales Wachstum, zu. Sobald man diesen Dickenzuwachs deutlich sehen kann, sind sie reif für das Verpflanzen, und ist es wünschenswert, sie in größeren Schüsseln oder in Holzkästen in gut gedüngter Erde und in bedeutender gegenseitiger Entfernung auszupflanzen. Man hebt sie dazu möglichst vorsichtig aus der Erde heraus, um die feinen Verzweigungen der Hauptwurzel mit herüber zu nehmen. Diese wachsen dann zu kräftigen Wurzelzweigen heran, während die Spitze der Hauptwurzel wohl stets beim Verpflanzen verloren geht. An der Stelle, wo der Keimling eingesetzt werden soll, bohrt man mit einem spitzen Holzstabe ein gerade ausreichendes Loch, das man nachher wieder ausfüllt oder seitlich zudrückt. Die Pflänzchen kommen dabei in Entfernungen von einigen Zentimetern, was ihnen gestattet, ihre Blätter so weit zu entfalten, als bis zum Auspflanzen in den Garten erforderlich ist.

Für das Studium der ganzen Keimungsgeschichte vom ersten Einweichen der Samen an bis zu der Bildung der ersten Blätter zwischen den Samenlappen eignen sich die Wintermonate ganz gut. Man braucht nur wenig Licht und findet im Zimmer in der Nähe des Ofens leicht die erforderliche Wärme. Mit den einfachsten Hilfsmitteln lassen sich die Erscheinungen her-

vorrufen und demonstrieren. Wer tiefer in die Einzelheiten des Vorganges eindringen will, findet dazu in einer geeigneten Wahl unter den jedem zugänglichen Samenarten ein vorzügliches Material, wobei die kleineren Samen im allgemeinen den Vorzug verdienen. Bei größeren Sorten bedarf es mehr Vorsicht, um das umgebende Wasser durch öfteres Erneuern möglichst arm an Bakterien zu halten.

Abwechslung in den Versuchen ist aber stets zu empfehlen, und wenn ich im obigen ein einzelnes Beispiel in den Vordergrund gestellt habe, geschah dieses wesentlich nur aus dem Grunde, daß sonst der Reichtum der Erscheinungen mich weit über die Grenzen dieses Aufsatzes würde hinausgeführt haben.

Spezifische Reagentien der analytischen Chemie.

Von Prof. Dr. J. Koppel, Berlin-Pankow.

Das Handwerkszeug des analytischen Chemikers hat sich im Laufe der Zeit nur wenig verändert; heute noch, wie vor 100 Jahren, sind Schwefelwasserstoff, die Alkalihydroxyde und Ammoniak, die starken mineralischen und einige organische Säuren, dazu wenige Metallsalze, Oxydations- und Reduktionsmittel die allgemein benutzten Reagentien, mit denen man in natürlich vorkommenden oder künstlich hergestellten Verbindungen und ihren Gemischen die einzelnen Elemente erkennt und voneinander absondert.

Die systematische Anwendung dieser Reagentien ermöglicht es, die näheren Bestandteile eines Untersuchungsmaterials zunächst in gewisse Gruppen verwandter Elemente oder Verbindungen zu zerlegen; aus diesem Grunde bezeichnet man sie als *Gruppenreagentien*. Durch Abänderung der Versuchsbedingungen und der Reagentien lassen sich dann die Hauptgruppen weiter in kleinere Gruppen trennen, aus denen man schließlich die letzten Bestandteile — die Elemente oder die einfachen Verbindungen — isoliert.

Neben den allgemein verwendeten Gruppenreagentien, die neuerdings durch die Einführung von Wasserstoff-per-oxyd, Ammonium-per-sulfat, Hydroxylamin usw. eine wesentliche Bereicherung erfahren haben, besitzt nun die analytische Chemie auch eine Anzahl von *spezifischen* Reagentien, die die Erkennung und vielfach auch die Abtrennung eines Elementes oder einer bestimmten Verbindung unabhängig von den anderweitig vorhandenen Stoffen erlauben. Es sei z. B. an den Nachweis des Eisens mit den Blutlaugensalzen oder an die Abscheidung des Kobalts als Kalium-Kobaltinitrit, sowie die Erkennung des Kupfers als Schweinfurter Grün (mit arseniger Säure und Essigsäure) erinnert.

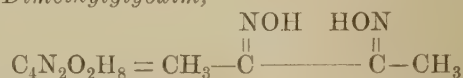
Solche spezifischen Reaktionen sind einmal zur Identifizierung der Stoffe von höchster Wichtigkeit, dann aber auch in all den Fällen sehr willkommene Hilfsmittel, wo es sich darum handelt,

in einem Untersuchungsmaterial die Gegenwart eines bestimmten Stoffes zu erkennen und ihn gegebenen Falles auch zu bestimmen, ohne dabei auf alle anderen Stoffe Rücksicht zu nehmen.

Die Zahl der brauchbaren spezifischen Reagentien hat sich in den letzten Jahren erfreulich vermehrt, und es lohnt sich deswegen, sie einmal im Zusammenhang zu betrachten.

Spezifische Reagentien auf Metalle.

Das Nickel, dessen sichere Erkennung und quantitative Bestimmung besonders in Gegenwart von Kobalt früher ganz erhebliche Schwierigkeiten bereitete, hat neuerdings für den Analytiker seine Schrecken verloren. Im Jahre 1905 fand *Tschugaeff*¹⁾, daß das Dioxim des Diacetyls, das α -Dimethylglyoxim,

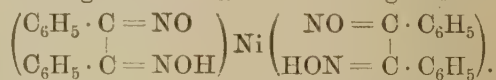


in schwach essigsauren oder ammoniakalischen Lösungen von Nickelsalzen einen scharlachroten, kristallinen Niederschlag von $\text{Ni}(\text{C}_4\text{N}_2\text{O}_2\text{H}_7)_2$ erzeugt, der besonders leicht beim Erhitzen auftritt und nur sehr wenig löslich ist. Diese Reaktion auf Nickel ist noch äußerst scharf zu erkennen bei einer Lösung, die nur 0,0025 g Ni im Liter enthält; sie wird durch Anwesenheit anderer Metalle, besonders von Kobalt, nicht gestört und kann auch zur quantitativen Bestimmung des Nickels dienen. Ferner eignet sie sich zur quantitativen Trennung dieses Metalles von Kobalt, Zink, Mangan, Eisen und Chrom, wobei natürlich die Versuchsbedingungen so gewählt werden müssen, daß diese Elemente in Lösung bleiben, was unschwer zu erreichen ist²⁾.

Eine dem Reagens von *Tschugaeff* verwandte Verbindung, das α -Benzildioxim³⁾,



hat sich nun gleichfalls als spezifisches Reagens auf Nickel erwiesen; es liefert mit dessen Lösungen einen gelblichroten Niederschlag von



Diese Reaktion ist noch viel empfindlicher als beim Diacetyldioxim; sie kann gleichfalls zur quantitativen Bestimmung und Trennung des Nickels verwendet werden.

Kurz nach der Entdeckung von *Tschugaeff* fanden *Großmann* und *Schück*⁴⁾ im *Dicyandiamidin* (Guanylarnstoff)



¹⁾ Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 38, 2520.

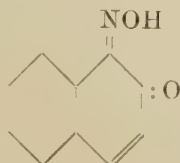
²⁾ *Brunck*, Zschr. f. angewandte Chem. 20 (1907), 834 und 1844.

³⁾ Von dieser Verbindung kennt man drei räumliche Isomere, die man durch die Buchstaben α , β , γ unterscheidet.

⁴⁾ Bericht d. Deutsch. Chem. Ges. 39 (1906), 3356.

ein ebenfalls recht brauchbares spezifisches Reagens auf Nickel. Diese Verbindung erzeugt nämlich in ammoniakalisch-alkalischen Nickellösungen einen gelbbraunen, kristallinen Niederschlag von $\text{Ni}(\text{C}_2\text{N}_4\text{H}_5\text{O})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, der sich auch zur quantitativen Bestimmung des Nickels und zu seiner Trennung von Kobalt, Zink, Eisen und Aluminium eignet, wenngleich diese Reaktion weniger empfindlich ist als die von *Tschugaeff* und auch bei ihrer quantitativen Durchführung nicht ganz so befriedigende Ergebnisse liefert. Sie hat aber den Vorzug, daß Dicyandiamidin, das durch Hydrolyse von Dicyandiamid¹⁾ entsteht, leichter zugänglich und viel billiger ist als die Reagentien von *Tschugaeff*.

Für das dem Nickel nächst verwandte Kobalt ist eine spezifische Reaktion schon lange bekannt, nämlich der oben bereits erwähnte gelbe Niederschlag von Kalium-Kobaltnitrit $\text{K}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6$, der sich bildet, wenn zu einer essigsauren Kobaltlösung eine konzentrierte Kaliumnitritlösung gebracht wird. Diese Reaktion ist vielfach zur Trennung des Kobalts von Nickel und anderen Metallen benutzt worden, doch ist ihre Handhabung nicht gerade bequem und zuverlässig. Das Gleiche gilt auch für ein anderes spezifisches Reagens auf Kobalt, das sogenannte *Nitroso-β-Naphthol*, das richtiger als *β-Naphthochinon-α-Oxim* bezeichnet wird und die folgende Konstitution hat:



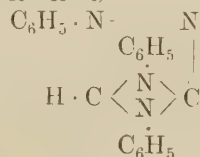
Dies gibt, nach *Ilinsky* und *v. Knorre*²⁾, sowohl mit Nickel wie mit Kobalt in stark essigsaurer Lösung Verbindungen, die sich aber dadurch wesentlich unterscheiden, daß in verdünnter Salzsäure das Nickelsalz leicht löslich, das dunkelbraune Kobaltsalz aber unlöslich ist. Zur Erkennung des Kobalts hat diese Reaktion vor der Nitritreaktion keinerlei Vorzüge, und zur Trennung von anderen Metallen scheint sie wegen der analytisch unerfreulichen Eigenschaften des Niederschlages nur wenig Verbreitung gefunden zu haben.

Als ein recht vielseitig verwendbares Reagens hat sich das Ammoniumsalz des *Phenyl-Nitrosohydroxylamins*, $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{N}(\text{NO})\text{ONH}_4$, erwiesen, das unter dem Namen „*Kupferron*“ von *Baudisch*³⁾ in die Analyse eingeführt wurde. Kupferron fällt dreiwertiges Eisen (Fe^{III}) in kalter essigsaurer oder stark mineralaurer Lösung als rotbraunen ganz unlöslichen Niederschlag, nicht aber die übrigen dreiwertigen Elemente; es kann also zur

Erkennung, zur quantitativen Bestimmung sowie zur Trennung des Eisens von Aluminium und Chrom Verwendung finden, die bekanntlich sonst ganz erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Es ist aber auch zu der ebenfalls nach den älteren Verfahren nicht leicht durchführbaren Trennung des Eisens von Nickel, Kobalt, Zink, Mangan usw. geeignet, da auch diese Elemente mit ihm keine unlöslichen Verbindungen bilden. Andererseits liefert aber Kupferron in essigsaurer Lösung mit Kupfer einen wenig löslichen, weißgrauen Niederschlag und ist somit auch zur Bestimmung des Kupfers und zu seiner Trennung von den oben genannten Elementen geeignet. Für die Analyse der Mineralien gewinnt Kupferron noch dadurch an Bedeutung, daß es sowohl *Titan* wie *Zirkonium* in mineral-saurer Lösung als weiße Niederschläge quantitativ ausfällt und dadurch eine einfache Absonderung dieser sonst bei der Analyse vielfach störenden Elemente ermöglicht.

Spezifische Reagentien auf Säuren.

Für die meisten wichtigen Säuren sind einfache Fällungsreaktionen bekannt, die einen sicheren Nachweis und zuverlässige Bestimmung ermöglichen. Dies gilt aber nicht für die *Salpetersäure*, deren Salze — die Nitrate — durchweg stark löslich sind. Für den Nachweis der Salpetersäure sind freilich mehrere gute Farb-reaktionen vorhanden; ihre quantitative Bestimmung konnte aber bis vor wenigen Jahren nur auf gasometrischem Wege erfolgen, oder indem man sie zu Ammoniak reduzierte und dessen Menge ermittelte. Es war deswegen eine angenehme Bereicherung der analytischen Hilfsmittel, als *Busch*⁴⁾ bei der Untersuchung verwickelter organischer Verbindungen in dem *Diphenyl-endanilodihydrotriazol*, $\text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{N}_4$,



eine Basis entdeckte, die ein sehr wenig lösliches Nitrat, $\text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{N}_4 \cdot \text{HNO}_3$ liefert, das zur quantitativen Abscheidung der Salpetersäure aus ihren Lösungen geeignet ist. Die Verbindung $\text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{N}_4$, die unter dem Namen „*Nitron*“ im Handel ist, wird in essigsaurer Lösung verwendet und erzeugt in Lösungen der Salpetersäure und ihrer Salze — selbst bei einer Verdünnung von nur 0,0125 g HNO_3 im Liter — einen gelblichen kristallinen Niederschlag von der oben angegebenen Zusammensetzung. Sie kann natürlich auch zur Erkennung der Salpetersäure dienen, doch ist ihre Anwendung für diesen Zweck weniger empfehlenswert, weil hierfür einerseits hinreichend zuverlässige Reaktionen und bequem zugängliche Reagentien bekannt sind, andererseits aber auch zahlreiche andere Säuren, wie z. B. Jodwasser-

¹⁾ Das in großem Maßstabe als Düngemittel hergestellte Calciumcyanamid $\text{CaN} \cdot \text{NC}$ liefert bei Behandlung mit Wasser primär Cyanamid, das sich alsbald zu Dicyandiamid polymerisiert.

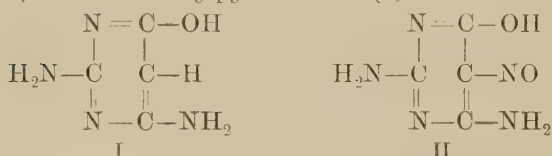
²⁾ Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 18, (1885), 699.

³⁾ Chemiker-Ztg. 33 (1909), 1298.

⁴⁾ Berichte der Deutsch. Chem. Ges. 38, (1905), 861.

stoff, Salpetrige Säure, Chlorsäure, Chromsäure usw., gleichfalls mit Nitron wenig lösliche Verbindungen liefern, die natürlich vor der Prüfung auf Salpetersäure beseitigt werden müssen.

Im analytischen Verhalten ist der Salpetersäure recht ähnlich die *Salpetrige Säure*; sie gibt qualitativ alle Reaktionen der ersten — aber nicht umgekehrt! —, und wenn man daher Salpetersäure in Gegenwart von Salpetriger Säure nachweisen will, so muß diese zuerst entfernt werden; dies kann z. B. durch Harnstoff, Ammonium- oder Hydraziniumsalze geschehen, die alle die Salpetrige Säure unter Entwicklung von Stickstoff oder Stickoxyd zerstören; hierbei pflegt aber eine geringe Menge von Salpetersäure als Nebenprodukt sich zu bilden, so daß also in Gegenwart von HNO_2 der Nachweis von Salpetersäure jedenfalls unsicher wird. Ein freundlicher Zufall scheint nun auch diese Schwierigkeit kürzlich beseitigt zu haben. *F. L. Hahn*¹⁾ hat mitgeteilt, daß das 2.4-Diamino-6-oxy-pyrimidin (I) in saurer



Lösung von Nitriten einen erdbeerfarbenen Niederschlag der Nitrosoverbindung (II) erzeugt, dessen Löslichkeit so gering ist, daß mit diesem Reagens sogar noch 5 Milligramm HNO_2 im Liter deutlich durch einen Niederschlag nachweisbar sind, während mit 2,5 mg/l noch die charakteristische Färbung eintritt. Die genannte Basis ist das erste Fällungsreagens auf Salpetrige Säure, und da es diese nicht zerstört, sondern bindet, so scheint es auch zu deren Beseitigung geeignet, wenn es sich um den Nachweis der Salpetersäure neben Salpetriger Säure handelt. Entsprechende Versuche haben in der Tat gezeigt, daß sich Salpetrige Säure durch 2.4-Diamino-6-oxy-pyrimidin quantitativ aus seinen Lösungen abscheiden läßt, ohne daß dabei HNO_3 entsteht. Hiernach sollte man annehmen dürfen, daß auf diesem Wege auch eine quantitative Bestimmung der Salpetrigen Säure möglich wäre; dies ist aber nach den bisherigen Ergebnissen nicht der Fall, denn die Wägung der entstehenden Nitrosoverbindung gab aus unbekannten Gründen stets zu hohe Werte. Es beschränkt sich die Verwendbarkeit dieses Reagens also auf den Nachweis und die Beseitigung von Salpetriger Säure.

Übersicht.

Daß die spezifischen Reagentien für Metalle den Charakter einer Säure haben, die Fällungsmittel für Säuren aber Basen sind, erscheint selbstverständlich. Bemerkenswert ist es, daß die sämtlichen erwähnten Reagentien stickstoffhaltig sind, und als recht auffällig muß man es

bezeichnen, daß — mit einer Ausnahme — die spezifischen Reagentien für Metalle zur Gruppe der *Oxime* gehören, also Abkömmlinge des Hydroxylamins sind und die Atomgruppe = NOH enthalten. Hierin dürfte vielleicht ein Fingerzeig zur Auffindung weiterer Spezifika liegen, und es wäre jedenfalls erwünscht, wenn die vielfach dargestellten Oxime auf ihr Verhalten gegen Metallsalze geprüft würden.

Die ganz eigenartige Färbung sowie die äußerst geringe Löslichkeit der durch die spezifischen Reagentien gefällten Niederschläge weisen darauf hin, daß diese nicht als normale Metallsalze zu betrachten sind, sondern zur Gruppe der „inneren Komplexsalze“ gehören, die vor kurzem in dieser Zeitschrift von *Baudisch*¹⁾ charakterisiert worden sind. Man wird also spezifische Reagentien vornehmlich auch unter solchen Stoffen zu suchen haben, bei denen die Möglichkeit zur Bildung innerer Komplexsalze vorliegt.

Über die erhebliche Bedeutung der spezifischen Reagentien für die praktische und besonders die technische Analyse kann eine Meinungsverschiedenheit nicht wohl bestehen; erlauben sie doch die Frage nach der Gegenwart und Menge eines bestimmten Stoffes häufig sicherer und viel schneller zu beantworten, als nach den sonst gebräuchlichen Methoden möglich wäre. — Etwas anders wird das Urteil lauten, wenn man nach ihrem Wert für die systematische Analyse fragt. Wer die wirkungsvollen Reaktionen dieser Reagentien zum ersten Male sieht, mag wohl auf den Gedanken kommen, daß eine vollständige Sammlung von spezifischen Reagentien für sämtliche Elemente und Radikale eine bedeutende Vereinfachung der gesamten analytischen Chemie herbeiführen müßte. Bei näherer Betrachtung erweist sich dieser Gedanke aber als nicht zutreffend. Die Verwendung zahlreicher Spezifika an Stelle der bewährten Gruppenreagentien würde in der qualitativen Analyse ein unsicheres, systemloses Tasten, in der quantitativen Analyse aber eine Häufung von Arbeit bedeuten. Für die Identifizierung einzelner Stoffe und für ihre quantitative Bestimmung sind die spezifischen Reagentien von unschätzbarem Wert, für die *vollständige* qualitative und quantitative Kenntnis eines Untersuchungsobjektes sind die klassischen Methoden der Analyse zurzeit noch unentbehrlich und nicht übertroffen.

Besprechungen.

Trendelenburg, W., Stereoskopische Raummessung an Röntgenaufnahmen. Berlin, J. Springer, 1917. VIII, 136 S. und 39 Textabbild. Kl. 8°. Preis M. 6,80.

Hier werden Theorie und Praxis der Messung an X-Strahlen-Bildern sorgfältig auseinandergesetzt, eine Aufgabe, die bei ihrer großen Bedeutung für die Sicherheit wundärztlicher Eingriffe gerade in der Gegenwart von Wichtigkeit ist.

¹⁾ Berichte der Deutsch. Chem. Ges. 50 (1917), 705.

¹⁾ „Die Naturwissenschaften“ 5 (1917), 289.

Von besonderer Bedeutung sind unter diesem Gesichtspunkte solche Messungsverfahren, die sich schnell — womöglich unmittelbar nach der Entwicklung der Aufnahme — ausführen lassen, und gut ist es, wenn sich bei der Vornahme der Messung noch ein allgemeiner Einblick in die Lage des Knochenbaues und des Metallstücks (der Kugel, des Splitters usw.) gewinnen läßt. Diese Forderungen und Wünsche werden in einer sehr vorteilhaften Vereinigung durch das vorgeschlagene beidäugige Meßverfahren erfüllt, und an seiner Ausbildung und Vervollkommnung hat der Verfasser mit entschiedenem Erfolg gearbeitet. Er spricht im Verlaufe seiner Untersuchung die weitere Forderung aus, das Meßverfahren müsse so ausgestaltet werden, daß das im Stereoskop erblickte Raumbild verglichen mit dem vorliegenden Gegenstande, also dem schattenwerfenden Knochenbau und dem eingedrungenen Metallstück, möglichst *raumrichtig* — so wird das ältere „*tautomorph*“ gelegentlich recht glücklich wiedergegeben —, mindestens aber *raumähnlich* sei.

Wendet man sich zunächst zu der Theorie, so stammt diese Lehre aus der messenden Stereoskopie, wo sie an Paaren von Lichtbildern (Halbbildern) entwickelt worden ist, und von wo sie sich einfach auf die bei den Strahlenbildern vorliegenden, einfacheren Verhältnisse übertragen läßt. Der Verfasser ist auch selber auf diese nahe Verwandtschaft eingegangen und hat in einer auch historisch durchaus erfreulichen Weise auf die Grundlagen hingewiesen, denn es sind die einzelnen Strahlenhalbbilder aufzufassen als Perspektiven je mit ihrem Zentrum in der Antikathode, genauer in ihrem Brennfleck. Ein jedes einzelne Halbbild kann also bei der allein in Frage kommenden Betrachtung im direkten Sehen nur dann dem blickenden Einzelauge die gleichen Winkel und damit den gleichen perspektivischen Eindruck vermitteln, wenn der Drehpunkt dieses betrachtenden Auges mit dem Ort zusammenfällt, den der Platte gegenüber die entsprechende Antikathode einnahm. Nimmt man zur Ermöglichung des beidäugigen Sehens ein Paar von Strahlenhalbbildern auf (sei es gleichzeitig, sei es rasch hintereinander), so kann nur dann ein raumrichtiger Eindruck entstehen, wenn die beiden Augendrehpunkte mit den beiden Orten der Brennflecke zusammenfallen, und wenn die beiden Blickrichtungen zu jedem Blickpunkt des Raumbildes genau mit den beiden entsprechenden Richtungen des X-Strahlen-Paares übereinstimmen. Wollte man nun die Platten selber in die Lage bringen, die sie bei den beiden, rasch einander folgenden Bestrahlungen hatten, so würden sie sich hart im Raume stoßen, und daher muß man mindestens eine durch ihr Spiegelbild ersetzen. Herr *Trendelenburg* wählt mit *Wheatstone* eine doppelte Spiegelung und verhilft damit wieder einmal jener Vorkehrung von unübertrefflicher Genauigkeit zu der wohlverdienten Anerkennung, die der Wissenschaftler für die Zwecke genauer Wiedergabe jenem ebenso unstrengen wie beliebten Brewsterschen Stereoskop mit exzentrisch benutzten Linsen nicht zollen kann.

Diesen theoretischen Grundforderungen entspricht die Aufnahmevorrichtung, die ebenso wie das Stereoskop in der vorliegenden Ausführung, der Verfasser auf Grund gemeinsamer Arbeit von dem Hause *Leitz* in Wetzlar hat bauen lassen. Durch die Anlage der Aufnahmevorrichtung, die zu beschreiben an dieser Stelle zu weit führen würde, wird eine Bezeichnung der „Fußpunkte“ auf den Platten sowie eine leichte Zentrierung der Röhre gewährleistet, wodurch dann der Ausrichtung der Halbbilder an dem Stereoskop in bester Weise vorgearbeitet wird. Es sei darauf hingewiesen, daß der

Verfasser zu diesem Zwecke auch den Abstand des Drehpunkts vom Hornhautscheitel nach dem Augeninnern zu von dem Benutzer seiner Vorkehrung bestimmen läßt. Bei dem von ihm gewählten Visierverfahren treten verständlicherweise Akkommodationsschwierigkeiten auf, sobald ältere Ärzte es anwenden wollen, und er entgeht diesen Schwierigkeiten durch die Einführung einer engen Blende, führt also durch eine starke Verringerung des Durchmessers der abbildenden Büschel die hier nötige Abbildungstiefe herbei.

Wendet man sich nun zu der Ausmessung des durch beide Aufnahmen gelieferten Raumbildes, so sind dafür verschiedene Verfahren möglich, auf die der Reihe nach wenigstens hingewiesen werden soll. Die *wandernde Marke* läßt sich bei dem Wheatstoneschen Stereoskop nicht einfach anbringen; für ein ruhendes körperliches Meßgebilde von genau bekannten Ausmaßen und bekannter Lagerung (vom Verfasser als *schwebende Marke* bezeichnet) würde dieser Einwand nicht gelten, doch wendet sich der Verfasser von dieser Möglichkeit ab und der *unmittelbaren Messung* des Raumbildes zu. In der von dem Berichterstatter gebrauchten Ausdrucksweise wird dabei dem durch eine unterbrochene Abbildung vermittelten Raumbilde des Knochenraums ein unmittelbar gesehener Meßraum zugeordnet. Das dabei verwandte Hilfsmittel ist der — wenn man will schon in dem namenlosen Zeichenapparat der 70er Jahre — jedenfalls aber von *Deville* und *Pulfrich* verwandte durchlässige Spiegel. Herr *Trendelenburg* verwendet dabei im allgemeinen unbelegte, dünne, planparallele Platten. Er erwähnt die zahlreichen Messungsmöglichkeiten, wie sie in den entsprechenden Verfahren der Komparatormessung gearbeitet worden sind, und auf die hier eben nur hingedeutet werden kann. Er selber bevorzugt für seinen Sonderzweck in den meisten Fällen ein einfaches Hineinhalten eines Zirkels an die beiden Raumbildpunkte, auf die des Beschauers Aufmerksamkeit gerichtet ist, da er ihren Abstand für den von ihm beabsichtigten Eingriff zu kennen wünscht. Wo es darauf ankommt, können auch andere Verfahren mit zahlreicheren Meßmarken herangezogen werden, ja er vermag auch im Anschluß an einen früheren Vorschlag des Holländers *Eijkman* einfach nach dem Raumbilde aus einer knetbaren Masse ein Modell — etwa nach einer Schädellücke — herzustellen.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Berücksichtigung verschiedener Augenabstände. Handelte es sich nur um einen einzelnen Beobachter, so würde man zweckmäßig bei der Aufnahme den Abstand a_1 der beiden Antikathoden-Brennflecke gleich dem a_2 seiner beiden Drehpunkte machen und dadurch eine Bedingung der gewünschten Raumrichtigkeit erzielen. Handelt es sich aber um mehrere Beobachter, deren Augenabstände sehr wohl zwischen den Grenzen von 54 und 72 mm liegen können, so sind bei gehöriger Ausrichtung die den Beobachtern zugänglichen Raumbilder dem Raunding nur noch ähnlich, aber nicht mehr gleich, und zwar ist der Maßstab der Wiedergabe der Einheit gegeben durch $a_2 : a_1$, d. h. das Raumbild nimmt mit wachsendem Augenabstand a_2 des Betrachters an Größe zu. Diese Maßstabsänderung kann man nun durch eine einfache Umrechnung mit $a_1 : a_2$ wieder aufheben, oder man könnte vielleicht noch einfacher dafür etwa einen Proportionalzirkel verwenden, doch beschreibt der Verfasser auch noch eine, auf Herrn *C. Pulfrich* zurückgehende, sehr elegante Vorkehrung. Ihr Wesen besteht darin, daß man durch Einschaltung eines kleinen Helmholtzischen Spiegelerstereoskops den Augenbildern im Mes-

sungsraum einen vorher ein für allemal bestimmten, auf 8 cm vergrößerten Drehpunktsabstand verleiht. Als dann benutzt man den für den einzelnen Beobachter nun einmal unvermeidlich gegebenen Augenraum mit seiner unter diesen Umständen vorliegenden Maßeinheit von $\alpha_2 : \alpha_1$ nur, um das Zusammenfallen von Raumbildpunkt und Zirkelspitze festzustellen. Dieser Raumbildpunkt selbst und die Zirkelspitze liegen dann in Wirklichkeit *vor* jenem Spiegeltelestereoskop, und zwar ist dann bei der Aufnahme der Abstand α_1 der Brennflecke stets auf 8 cm zu bemessen. Die Spiegelpaare des Telestereoskops sind an dem von der Zeißischen Werkstätte gelieferten Stereoskopokular durch drehbare rhombische Prismen verwirklicht, mit deren Hilfe eine Anpassung an jeden vorliegenden Drehpunktsabstand α_2 ohne Schwierigkeit erfolgt.

Eine ziffernmäßige Aufführung von Messungsergebnissen desselben körperlichen Gegenstandes (eines Schädelteils) nach den verschiedenen von dem Verfasser ausgebildeten Verfahren bildet, abgesehen von einer kurzen Behandlung der Verhältnisse am Barium-Platin-Cyanür-Schirm, den Abschluß der lehrreichen Zusammenstellung, und es ergibt sich dabei eine sehr befriedigende Genauigkeit. *Moritz von Rohr, Jena.*

Schroeder, H., Die Hypothesen über die chemischen Vorgänge bei der Kohlensäureassimilation und ihre Grundlagen. Jena, G. Fischer, 1917. VIII, 168 S. Preis M. 4,50.

Diese kritische Zusammenfassung der vielen Anschauungen über den Mechanismus der Kohlensäureassimilation sowie der zahlreichen pflanzenphysiologischen Untersuchungen, die in irgend einer Richtung zur Klärung des Problems ausgeführt wurden, ist lebhaft zu begrüßen. Das Buch wird allen, die sich tiefer für dieses anziehende Grundproblem der Biologie interessieren, als aufklärender Führer willkommen sein. Auch allen auf einem der hier in Frage kommenden Grenzgebiete Arbeitenden wird die sehr sorgfältige Literaturzusammenstellung von großem Wert sein, nicht minder werden sie das Urteil des Verfassers zu schätzen wissen. Da der Verfasser zu den bereits vorhandenen, nicht zu spärlichen, keine eigene Hypothese hinzufügt und auch hinsichtlich der Wertung der physiologischen Arbeiten keiner Einseitigkeit oder Liebhaberei anhängt, ist er ein objektiver Beurteiler, dessen Führung man willig folgt. Durch Zurückgreifen auf die Originalliteratur wird manche in den Publikationen eingeschlichene Ungenauigkeit revidiert. In seiner Kritik ist der Verfasser als Botaniker allerdings der pflanzen-

physiologischen Seite des Problems sicherer als der chemischen. Es liegt in der Natur der Sache, daß die reinchemischen Anschauungen vielfach weniger begründet sind; da geht der Verfasser in seinem Bestreben größter Objektivität vielleicht etwas zu weit, wenn er mancher Spekulation durch Formulierungen einen größeren Raum gewährt, als sie verdient. Im übrigen hat er aber durch Weglassung veralteter Ansichten und durch geschickte Verwendung des Kleindrucks auch hier seine persönliche Note hineingetragen.

Das Buch gliedert sich in 6 Teile. Im ersten Kapitel werden die Hypothesen, nach verschiedenen Gesichtspunkten gruppiert, vorgeführt. Ein zweites Kapitel bespricht die experimentelle Prüfung der Anschauungen, ein drittes die chemisch-synthetischen Arbeiten. Das vierte Kapitel behandelt die pflanzenanalytischen Untersuchungen, den Nachweis der als Zwischenprodukte angenommenen Verbindungen wie Formaldehyd, Ameisensäure, in Pflanzen. Das fünfte Kapitel durchmustert kritisch die pflanzenphysiologischen Versuche, die die Eignung der Assimilationszwischenprodukte der Hypothesen für diesen Prozeß überprüfen. Der letzte Abschnitt bringt schließlich Zusammenfassungen und Ausblicke. Die Zahl der besprochenen Einzelprobleme ist eine ganz erhebliche, weshalb auf deren Nennung verzichtet werden muß. Durch diese Vielseitigkeit des Problems, die uns hier vor Augen tritt und die zu unterstreichen der Verfasser nicht unterläßt, wirkt das Buch sehr anregend für weitere Untersuchungen, nicht minder auch durch den steten Hinweis darauf, wieviel Unsicherheit auch dem scheinbar experimentell Durchgearbeiteten noch anhaftet. In dieser Hinsicht ist besonders die Kritik der Untersuchungen über die Verwertung des Formaldehyds durch grüne Pflanzen und die Deutung der Ergebnisse für die Frage, ob Formaldehyd das gesuchte Zwischenprodukt sei, von Bedeutung.

Es wäre zu wünschen, daß die Arbeit *Schroeders* ihr Teil dazu beitrage, die Fortschritte auf dem Gebiete der Erforschung der Kohlensäureassimilation, der sich heute Gelehrte vom Range eines *Willstätter* so tatkräftig annehmen, durch Anwerbung weiterer Freunde zu mehren. Sollte dann die Verarbeitung des neuen Materials eine Neuauflage wünschenswert machen, so wäre es zu begrüßen, wenn einer besseren Übersichtlichkeit des Stoffes durch Zufügung kurzer Andeutungen über den Inhalt der einzelnen Paragraphen im Inhaltsverzeichnis Rechnung getragen würde.

Georg Trier, Zürich.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg.

Sitzung vom 16. Mai 1917.

Herr *F. Richarz* bemerkte zunächst einiges zu seinem früheren Vortrage über die Schwäche des senkrecht reflektierten Lichtes und damit zusammenhängende Erscheinungen, z. B. die Sichtbarkeit der U-Boote von Luftfahrzeugen aus. In seiner Abhandlung vom März 1915 untersuchte der Vortragende eine Frage im Zusammenhange mit seiner Erklärung des Intensitätsmaximums für das in der Auffallrichtung von Wolkenoberflächen reflektierte Licht. Dieses Intensitätsmaximum ist erforderlich für seine Erklärung der Beugungsringe um den Schatten des Ballonkorbes

bei dem „Ballongespens““. Die damaligen Überlegungen führten zwar zu dem Resultate, daß dieses Intensitätsmaximum mit der vorliegenden Frage nichts zu tun hat. Dagegen hängen andere Erscheinungen mit der Schwäche des senkrecht reflektierten Lichtes zusammen, z. B. daß von Luftfahrzeugen aus nahezu senkrecht nach unten sichtbare Wasserflächen dunkel erscheinen, nicht wie sonst beim schrägen Aufblicken glänzend vom reflektierten Himmelslichte. Eine Aufnahme Marburgs vom Ballon aus, die von Herrn *Alfred Wegener* gemacht wurde, zeigt diese Erscheinung für die Lahn sehr schön. Ungesucht schien sich dem Vortragenden hierin auch ein Grund darzubieten für die Sichtbarkeit der U-Boote von Luftfahrzeugen aus, welche seit langem bereits bekannt ist. Anläßlich einer von Herrn

A. Gürber in der Sitzung vom März 1915 mitgeteilten Beobachtung wurde aber bereits schon damals vom Vortragenden noch eine andere Erklärung gegeben, welche auf der Krümmung der Wasseroberfläche beruht und deren geringeren Einfluß, wenn sich das Auge des Beobachters höher über der Oberfläche befindet. Der Vortragende bringt die Abbildung einer eigentümlichen A des Thunfischfanges durch den sogenannten Spion, welche auf der Benutzung desselben Prinzips beruht. Herr Felix Jentsch hat der Gesellschaft ähnliche Beobachtungen aus Helgoland mitgeteilt, jedoch für die Erklärung nur das zweite vom Vortragenden früher gegebene Prinzip als zulässig angesehen. Der Vortragende kann nicht zustimmen, daß in allen Fällen ausschließlich das zweite seiner Erklärungsprinzipien anwendbar sei. Ferner werden noch von Herrn G. Wetzel ähnliche Beobachtungen mitgeteilt und bezüglich der Erklärung besprochen. Sodann bemerkt Herr F. Richarz noch zu seiner Erklärung des Farbenwechsels des Mondes aus der Januarsitzung d. J. (siehe „Naturwissenschaften“ S. 244), daß im ersten Viertel bei sehr schön blauem Himmel die dunklen Flecken, welche man als „Mann im Monde“ zu bezeichnen pflegt, bei Tage blau auf der übrigen weißen Mondscheibe erscheinen.

Herr F. A. Schulze sprach über den Schalldruck. Es wurde dargelegt, daß die Versuche von Dvorak zum Nachweis des Schalldruckes mittels einer in den Knoten der stehenden Schallwelle eingeführten Drucklibelle den Schalldruck nur indirekt bestätigen, indem durch die Schallschwingung zunächst die in der Drucklibelle abgegrenzte Luftsäule zum Mitschwingen erregt wird und der Schalldruck dieser so angeregten sekundären Luftschwingung die Bewegung der abschließenden Flüssigkeitssäule veranlaßt. Je weniger die Resonanzbedingung erfüllt ist, desto geringer ist die Bewegung der Flüssigkeitssäule. Im Bauch der stehenden Schallwelle muß ein ständiger mittlerer Unterdruck herrschen. Mit der Drucklibelle wird er nicht nachgewiesen, da dort keine Anregung der Luftsäule in der Drucklibelle erfolgt, analog wie das Trommelfell nur im Knoten einer stehenden Schallwelle erregt wird.

Es wurde ferner gezeigt, daß die geringen Unsymmetrien, welche Raps im zeitlichen Verlauf des Druckes im Knoten einer tönenden Pfeife gemessen hatte, quantitativ mit den Ergebnissen der genauen, die Glieder zweiten Grades berücksichtigenden und den Schalldruck ergebenden Rechnung übereinstimmen.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

8. Juni. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Hofrat E. Müller legt eine Abhandlung von Prof. Dr. Hermann Rothe vor mit dem Titel: *Eine involutorische Transformation der orientierten Punktepaare des Euklidischen Raumes und eine Bemerkung zu Boltzmanns Beweis des Maxwell'schen Geschwindigkeitsverteilungs-Gesetzes*. Es wird eine elementare Berechnung der gastheoretischen Funktional-determinante und eine einfache geometrische Deutung derselben angegeben, aus der sich ihr Wert -1 fast unmittelbar erkennen läßt; dabei wird die von L. Boltzmann (Gastheorie I, Leipzig 1896, S. 27) herrührende geometrische Betrachtung zur Bestimmung dieses Wertes als unrichtig nachgewiesen.

Das w. M. Prof. W. Wirtinger legt eine Arbeit des Dr. Peter Lehmann S. J. in Innsbruck vor: *Über ein System von Fundamentalgrößen dritter Ordnung in der Flächentheorie*. Es wird die Gleichung der Deviationsachse einer Flächenkurve aufgestellt und gezeigt, daß die Aberrationsachsen aller durch einen Flächenpunkt gehenden geodätischen Linien einen Kegel vierter Ordnung erfüllen. Dasselbe gilt von allen Kurven durch einen Flächenpunkt, deren Hauptnormale mit der Flächennormale zusammenfällt.

Das w. M. Prof. R. Wegscheider legt eine Arbeit aus dem Chemischen Institut der Universität zu Graz vor: *Zur Kinetik der alkalischen Verseifung der Kohlen-säureester*, von A. Skrabal. Der Methyl- und Äthyl-ester der Kohlensäure verseifen in alkalischer Lösung nach der ersten Stufe mit leicht meßbarer Geschwindigkeit, in saurer Lösung außerordentlich langsam, die Estersäuren sowohl in alkalischer als in saurer Lösung unmeßbar rasch.

Das w. M. R. Wegscheider legt ferner folgende Abhandlungen aus dem Chemischen Institut der Universität Graz vor: 1. und 2. *Über den Einfluß von Substitution in den Komponenten binärer Lösungsgleichgewichte*, X. und XI. Mitteilung, von Robert Kremann und Bruno Petritschek. p-Toluidin liefert weder mit den drei isomeren Dinitrobenzolen, noch mit 1-, 2-, 4-Dinitrotoluol Verbindungen. Auch Harnstoff gibt mit den drei Dinitrobenzolen und 1-, 2-, 4-Dinitrotoluol keine Verbindungen. p-Toluidin gibt mit m- und p-Nitrophenol äquimolekulare Verbindungen, mit o-Nitrophenol nur ein Eutektikum. Im System p-Nitrophenol—p-Toluidin tritt außerdem eine Verbindung von 2 Molekülen p-Nitrophenol und 1 Molekül p-Toluidin auf. In der XI. Mitteilung werden die binären Lösungsgleichgewichte zwischen Phenol bzw. den drei isomeren Nitrophenolen einerseits, den drei isomeren Phenylendiaminen andererseits untersucht. Diese 12 Systeme sind deshalb interessant, weil die allergrößte Mannigfaltigkeit sowohl in bezug auf die Zahl als auch die Zusammensetzung der neu auftretenden Bodenkörper zu beobachten ist.

Das ternäre System Phenol-Acetamid-Äthylalkohol und das binäre System Phenol-Benzamid mit einem Beitrag zur Theorie des Umkristallisierens, von Robert Kremann und Max Wenzig. Säureamide, wie Acetamid und Benzamid, bilden mit Phenol Verbindungen, in denen 2 Moleküle Phenol auf 1 Säureamid vorhanden sind.

Das w. M. Hofrat F. Exner legt vor: *Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung Nr. 100. Das Alter der Thoriummineralien*, von Robert N. Lawson. Für einen geologisch gut definierten Eruptivgesteinskomplex wird gefunden, daß das Alter der enthaltenen radioaktiven Mineralien eine Funktion des Thorium-Uran-Verhältnisses im Minerale zu sein scheint.

Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung. Nr. 101. Über die chemischen Wirkungen der durchdringenden Radiumstrahlung. 10. Der Einfluß der durchdringenden Strahlen auf Chloroform und Tetrachlorkohlenstoff nebst Notiz über die Einwirkung von ultraviolettem Licht auf Chloroform, von A. Kailan. Es werden Chloroform bzw. Tetrachlorkohlenstoff bei Lichtabschluß der Einwirkung der Strahlen von Radium-Bariumchlorid ausgesetzt. In beiden Fällen geht die Hauptreaktion unter Mitwirkung des Luftsauerstoffes vor sich: beim Chloroform unter Bildung von Hexachloräthan, beim Tetrachlorkohlenstoff unter Bildung von Chlor bzw. Chlorwasserstoff.

14. Juni. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Herr Dr. W. Hammer übersendet von Uzice einen Bericht über die bisherigen Beobachtungen auf der von ihm und Dr. O. Ampferer unternommenen geologischen Forschungsreise in Serbien.

Das w. M. R. Wegscheider legt nachstehende Arbeit aus dem Chemischen Institut der Universität Graz von Robert Kremann und Max Wenzig vor: *Zur Dynamik der Nitrilbildung aus Säureanhydriden und Säureamiden*. I. Mitteilung: *Die Untersuchung der Reaktion:*

$(C_6H_5CO)_2O + C_6H_5CONH_2 \rightarrow 2 C_6H_5COOH + C_6H_5CN$
vermittelt phasentheoretischer Methoden. Benzamid und Benzoesäureanhydrid setzen sich praktisch vollständig zu Benzonitril und 2 Molen Benzoesäure um. Der Reaktionsverlauf wurde durch Bestimmung der

primären Kristallisation zu verschiedenen Zeiten verfolgt und ist zweiter Ordnung ($k_{93}^h = 0.053$, $k_{123}^h = 0.24$).

Das w. M. Prof. W. Wirtinger legt vor: *Topologische Deutung von Buntordnungsproblemen*, von Prof. Dr. Arnold Kowalewski in Königsberg. Es werden topologische Äquivalente zu Buntordnungsfragen untersucht, wobei u. a. die Hamiltonsche Dodekaederaufgabe eine neue systematische Einordnung erhält. In diesem Zusammenhange sind besonders gewisse ausgezeichnete Klassen von geschlossenen Rösselsprüngen erörtert.

Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Elektrizität. Nr. 55. Zusammenfassender Bericht über die Beobachtungen an der luftelektrischen Station Seeham in den Sommern 1908 bis 1915. II. Teil: Ionisierung in geschlossenen Gefäßen, von E. v. Schweidler. Die durchdringende Strahlung zeigt keinen merklichen täglichen Gang und auch keine deutliche Beeinflussung durch meteorologische Faktoren und überhaupt geringe Veränderlichkeit. Aus den Unterschieden über Land und über Wasser folgt, daß die Bodenstrahlung etwa 2 Ionenpaare pro $\text{cm}^3 \cdot \text{sec}$ erzeugt. Der tägliche Gang des Emanationsgehaltes ist ebenfalls wenig ausgesprochen, vielleicht besteht eine geringe Erhöhung in der Nacht.

21. Juni. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. G. v. Tschermak legt den ersten Teil einer Abhandlung „Über den chemischen Bestand und das Verhalten der Zeolithe“ vor.

Zeolithe sind kristallisierte wasserhaltige Aluminiumsilikate, zumeist von Calcium und Natrium, denen ein bestimmtes Auftreten, insbesondere als Begleiter vulkanischer Felsarten zukommt, die hier als komplexe Verbindungen eines Kernes mit freier Kieselsäure und mit Wasser dargestellt werden. Letzteres kann in drei verschiedenen Bindungen enthalten sein. Das Verhalten und die Zersetzungserscheinungen stimmen damit überein.

Dr. Josef Lense legt eine Arbeit vor: „Das Newtonsche Gesetz in nichteuklidischen Räumen.“

Die Kraft wird umgekehrt proportional dem Quadrat der nichteuklidischen Entfernung angenommen und dieses Gesetz genauer untersucht. Aus der von Einstein gemachten Annahme eines nur um kleine Größen erster Ordnung vom sphärischen Charakter abweichenden Krümmungsmaßes des Raumes werden die Bewegungsgleichungen eines Massenpunktes und die Differentialgleichung für das Gravitationspotential abgeleitet.

Das k. M. Prof. J. Herzig übermittelt eine Abhandlung von Dr. Julius Zellner: „Zur Chemie der höheren Pilze. XII. Mitteilung: Über *Lenzites sepiaria*, *Panus stypticus* und *Exidia auricula Judae*.“

In *Lenzites* wurden nachgewiesen: Fett, Harz, Mannit, Mykose, d-Glukose, ein Körper phlobaphen- oder resinotannolartiger Natur und ein amorphes Kohlehydrat; der Abbau der Membransubstanz lieferte d-Glukose, Mannose, Glukosamin und Pentosen. — Im *Panus stypticus* fanden sich Fett, Harz, ein Ergosterin, ein phlobaphenartiger Körper, Mannit, Mykose und zwei amorphe Kohlehydrate. — In *Exidia auricula Judae* wurden gefunden: Fett, Harz, ein ergosterinartiger Körper, Mykose, ein schleimiges Kohlehydrat, welches beim Abbau Mannose und d-Glukose liefert. Aus der Membransubstanz wurde beim Abbau mit Salzsäure Glukosaminochlorhydrat erhalten.

Das w. M. Hofrat Karl Grobben legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Der Schalenrückmuskel der dekapoden Crustaceen, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis ihrer Kopfmuskulatur.“

Konteradmiral W. v. Keflitz: „Die Meteorologie von Pola nach den Beobachtungen am Hydrographischen Amt der k. u. k. Kriegsmarine.“

Diese Abhandlung bezweckt eine tunlichst vollständige Zusammenstellung der Ergebnisse aus dem gesamten Beobachtungsmaterial der meteorologischen Station in Pola, die Berechnung der Normalwerte der einzelnen meteorologischen Elemente und eine Schilderung der klimatischen Verhältnisse des Zentralhafens. In einer umfangreichen Tabellensammlung (71 Stück) sind alle, die einzelnen meteorologischen Elemente betreffenden Daten enthalten.

5. Juli. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Dr. W. Hammer und Dr. O. Ampferer übersenden zwei weitere Mitteilungen über ihre geologische Forschungsreise in Serbien.

Das k. M. Prof. Josef Schaffer übersendet eine Abhandlung mit dem Titel: „Beiträge zur Histologie menschlicher Organe. VIII. Glandula bulbourethralis (Couperi) und Gl. vestibularis major (Bartholini).“ In den absondernden Zellen dieser Drüsen beim Menschen können drei morphologisch und färbereich unterscheidbare Vorsekrete nachgewiesen werden: 1. Typische Mucigan- oder Prasmazinkörnchen, die am Leichenmaterial zu den bekannten Schleimnetzen zerfließen sind. 2. Eigentümliche, vielfach spindelförmige Einschlüsse (Atraktosomen), die auch an Leichenmaterial durch Fixierung in Formolalkohol erhalten bleiben und sich bei der Malloryschen Bindegewebefärbung elektiv blau färben und 3. an den freien und zum Teil auch an den Seitenflächen der Zellen Körnchensäume und -reihen, welche sich bei der genannten Methode mit S-Fuchsin rot färben und wahrscheinlich das kolloidartige oxyphile Sekret liefern.

Das w. M. R. Wegscheider überreicht eine Abhandlung: „Über die Substitutionsprodukte der Aminophenole und ihrer Derivate“, von Dr. Walter Fuchs.

Das w. M. Hofrat E. Müller überreicht eine Arbeit mit dem Titel: „Über Punkttransformationen, die die Ebenen des Raumes in kongruente gerade Konoide mit parallelen Achsen überführen.“

„Der kritische Weg zur Feststellung der Existenz einer Atomistik der Elektrizität“ (erörtert an Ölkügelchen) von Irene Parankiewicz. Die Verf. legt in einer umfangreichen Untersuchung dar, daß auch an den von Ölkügelchen getragenen Ladungen Unterschreitungen des Elementarquantums gefunden werden, und daß bei der Anwendung eines kritischen und einzig zulässigen Verfahrens zur Bestimmung der eventuellen Vielfachheiten der gemessenen Ladungen für die mit den Versuchsergebnissen noch verträglichen elementaren Quanten der Elektrizität Werte resultieren, welche bedeutend kleiner als $e = 4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. sind, ein Umstand, der den Beweis liefert, daß die Atomistik der Elektrizität in dieser Größenordnung nicht vorhanden sein kann.

Dr. Rudolf Wagner legt eine Abhandlung vor mit dem Titel: „Die Scheinachsen des *Poecilochroma albes-cens Britton*“. Von dieser Solanacee, einem Strauch aus Bolivien hat Verfasser zwei Scheinachsen analysiert und mit Hilfe der in seiner Studie über *Crotalaria griquensis* Bolus¹⁾ angegebenen Diagramme dargestellt. Es handelt sich um Sympodien, bei denen sogar das 30. Blatt als Träger der Innovation auftritt. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Formeln zu modifizieren. Die Diagramme werden in typographisch zulässigen Grenzen gehalten und so die Darstellung eines Sympodiums von 20 Sproßgenerationen ermöglicht.

¹⁾ Über die Verzweigung der *Crotalaria griquensis* Bolus. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Im Druck.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 50.

14. Dezember 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Marian v. Smoluchowski. Von Prof. Dr. A. Einstein, Berlin. S. 737.

Karl Olszewski — ein Gelehrtenleben. Von Prof. Dr. M. v. Smoluchowski †, Krakau. S. 738.

Schweizerische Naturforschende Gesellschaft. Von Dr. Eduard Rudin, Basel. S. 740.

Besprechungen:

Freundlich, Erwin, Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie. *Selbstanzeige*. S. 745.

Bavink, B., Einführung in die allgemeine Chemie. Von J. Koppel, Berlin-Pankow. S. 746.

Deutsche ornithologische Gesellschaft: Reflektorische Bewegungsweisen der Vögel im Lichte der Stammesverwandtschaft. S. 746.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften. S. 746.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig

Das menschliche Gehirn

nach seinem Aufbau und seinen wesentlichen Leistungen

gemeinverständlich dargestellt von Dr. phil. et med. R. A. Pfeifer

Zweite, vermehrte Auflage

Mit 83 Abbildungen im Text; VII und 103 S. Lex.-8°. Gebunden M. 4.20

Aus den Besprechungen:

„Diese monographische Darstellung des Gehirns ist eine ganz vorzügliche Leistung. Sie gibt ein abgerundetes Bild von dem Zentralorgane, das der Sitz alles geistigen Geschehens ist, erklärt seinen komplizierten Bau, beleuchtet seine wechselnden Funktionen, wobei sie auch einen Blick tun läßt in die in den Werkstätten der Wissenschaft geübten Methoden der Forschung.“

Pädagog. Jahresbericht 1911.

Die geopsychischen Erscheinungen

Wetter, Klima und Landschaft in ihrem Einfluss auf das Seelenleben

dargestellt von **Willy Hellpach**

Dr. phil. et med., a. o. Professor der Psychologie in Karlsruhe

Zweite, vermehrte und durchgesehene Auflage

Mit 2 Tafeln; XXI u. 489 S. gr.-8°. Geheftet M. 14.—; in Leinen gebunden M. 16.—

Aus den Besprechungen:

„...welch ein neuer, überaus reichhaltiger und mannigfaltiger Stoff in des Verfassers Buche verarbeitet, wieviel an Anregung und Belehrung, übrigens in der angenehmsten und fesselndsten Weise, daraus zu holen ist.“

Neurologisches Centralblatt.

Ausführliches Verzeichnis der in meinem Verlage erschienenen 195 Bändchen

Ostwalds Klassiker

der exakten Wissenschaften

erhalten Interessenten auf Verlangen kostenlos zugesandt.

Mein Jubiläumskatalog 1811–1911

mit 12 Tafeln, 10 Faksimilebeilagen und einem Stammbaum (II, 118 und 447 S. gr.-8°) nebst Jahresnachträgen 1912–1916 steht gegen Voreinsendung des Paketportos kostenlos zur Verfügung.

Verlag von GUSTAV FISCHER in JENA

Geeignetes Weihnachtsgeschenk für unsere Feldgrauen.

Soeben erschienen:

Vierte Auflage

Die Physik im Kriege.

Vierte Auflage

Eine allgemein verständliche Darstellung
der Grundlagen moderner Kriegstechnik

Von **Felix Auerbach.**

Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit 126 Abbildungen im Text. — Preis: 4 Mark, geb. 5 Mark 20 Pf.

Inhalt: Vorwort — Inhaltsverzeichnis —
Einleitung — Aufklärung und Handlung —
Das Ohr im Kriege — Erhellung des Raumes
— Scheinwerfer — Leuchtraketen — Leucht-
turm — Vergrößerung — Fernrohr — Feld-
stecher — Scherenfernrohr — Hypoplast —
Mikroskop — Umleitung der Lichtstrahlen —

Periskop — Meßkunst — Entfernungsmesser
— Richten und Zielen — Zielfernrohre —
Tripelspiegel — Topographie und Photographie
— Karten und Pläne — Photographien aus
der Luft — Stereokomparator — Röntgen-
strahlen — Augengläser — Zeichengebung —
Akustische Signale — Optische Signale

..... Sendet das vortreffliche Buch ins Feld. (Prometheus.) Man liest das Buch von Anfang
bis zu Ende wie eine spannende Geschichte. (Frankfurter Zeitung.) Jeder Gebildete wird mit
hohem Genuß und mit Vorteil das Büchlein lesen. (Literar. Zentralblatt.)

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig

Neu erschienen:

Professor Dr. R. Demoll

Die Sinnesorgane der Arthropoden ihr Bau und ihre Funktion

VI, 243 S. gr. 8°. — Mit 118 Abbildungen. — Geheftet M 10.—; gebunden M. 12.—

Professor Dr. K. Escherich

Die Ameise

Schilderung ihrer Lebensweise

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage

XVI, 348 S. gr. 8°. — Mit 98 Abbildungen. — Geheftet M. 10.—; gebunden M. 12.—

Hermann von Helmholtz:

Zwei Vorträge über Goethe

(Goethes naturwissenschaftliche Arbeiten)

Goethes Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen)

Herausgegeben von **W. König**

Feldaussgabe in Taschenformat. Steif broschiert M. —.80

Marian v. Smoluchowski.

Von Albert Einstein, Berlin.

Am 5. September wurde uns einer der feinsinnigsten zeitgenössischen Theoretiker jäh durch den Tod entzissen — *M. v. Smoluchowski*. Eine Dysenterieepidemie raffte in Krakau den erst 45-jährigen dahin.

Smoluchowski's wissenschaftliches Ringen galt der Molekulartheorie der Wärme. Insbesondere war sein Interesse auf diejenigen Konsequenzen der Molekularkinetik gerichtet, welche vom Standpunkt der klassischen Thermodynamik aus nicht verstanden werden können; denn er fühlte, daß nur von dieser Seite her der starke Widerstand zu überwinden war, den die Zeitgenossen am Ende des 19. Jahrhunderts der Molekulartheorie entgegenstellten.

Derselbe skeptische Geist, welcher die Elektrodynamik mächtig förderte, indem er sie von unzweckmäßigen mechanischen Bildern reinigte, hemmte zugleich die Entwicklung der Wärmelehre. Nachdem es den Physikern bewußt geworden war, daß eine Theorie allen Anforderungen der Klarheit und Vollständigkeit genügen könne, ohne auf Mechanik gegründet zu sein, lehnten sie auf allen Gebieten der Physik mechanische Theorien überhaupt ab. So begreift man, daß *Boltzmann* im Jahre 1898 im Vorwort zum zweiten Teil seiner „Vorlesungen über Gastheorie“ bekümmert niederschrieb: „Es wäre meines Erachtens ein Schaden für die Wissenschaft, wenn die Gastheorie durch die augenblicklich herrschende, ihr feindselige Stimmung zeitweilig in Vergessenheit geriete, wie z. B. einst die Undulationstheorie durch die Autorität *Newtons*.“

Schon in dieser Vorrede ist auf die im gleichen Jahre erschienene theoretische Arbeit *Smoluchowski's* über den Temperatursprung zwischen Wand und Gas bei der Wärmeleitung in sehr verdünnten Gasen hingewiesen. Diese von *Kundt* und *Warburg* schon 23 Jahre früher entdeckte Erscheinung lieferte in der Tat ein starkes Argument für die Molekularkinetik; denn wie sollte ein mit der Verdünnung des Gases wachsender Temperatursprung zwischen Wand und Gas ohne Zuhilfenahme des der klassischen Wärmelehre fremden Begriffes der freien Weglänge befriedigend gedeutet werden?

Um die Überzeugung der Gegner zu wandeln, bedurfte es aber eines noch schlagenderen Beweises. Die Existenz jenes Temperatursprunghes war ohne die Kinetik zwar kaum zu begreifen, aber die Realität einer Wärmebewegung konnte aus diesem Phänomen nicht direkt gefolgert wer-

den. Erst in den Jahren 1905—1906 gelangte die kinetische Wärmetheorie zu allgemeiner Anerkennung durch den Nachweis, daß die längst entdeckte Wimmelbewegung mikroskopisch kleiner, in Flüssigkeiten suspendierter Teilchen, die Brownsche Bewegung, durch diese Theorie quantitativ erklärt wird. *Smoluchowski* lieferte eine, besonders schöne und anschauliche Theorie dieser Erscheinung, indem er von dem Äquipartitionssatz der Kinetik ausging. Dieser verlangt, daß ein Teilchen von 1 μ Durchmesser (und der Dichte des Wassers) sich in Flüssigkeit bei thermodynamischem Gleichgewicht mit einer mittleren Momentangeschwindigkeit von etwa 3 mm pro Sekunde bewegt; indem *Smoluchowski* quantitativ formuliert, daß diese Geschwindigkeit, durch innere Reibung beständig vernichtet, durch unregelmäßige Molekularstöße immer wieder hergestellt wird, gelangt er zur Erklärung des Phänomens.

Durch die Erkenntnis vom Wesen der Brownschen Bewegung war plötzlich jeder Zweifel an der Richtigkeit der Boltzmannschen Auffassung der thermodynamischen Gesetze geschwunden. Es war klar, daß es ein thermodynamisches Gleichgewicht genau genommen überhaupt nicht gibt, daß vielmehr jedes dauernd sich selbst überlassene System um den Zustand des idealen thermodynamischen Gleichgewichtes in unregelmäßigem Wechsel pendelt. Da jedoch, wie die allgemeine Theorie zeigt, jene Schwankungen nur gering sind, so müssen sie sich unserer Beobachtung im allgemeinen entziehen. Es gelang aber *Smoluchowski* im Jahre 1908, eine zweite Gruppe von beobachtbaren Phänomenen zu finden, in welchen jene Schwankungen fast unmittelbar zur Wirkung kommen, nämlich bei der Opaleszenz von Gasen und von Flüssigkeiten in der Natur des kritischen Zustandes. Je kompressibler, nämlich eine Substanz bzw. ein Mischungsbestandteil einer solchen ist, desto größer sind die örtlich-zeitlichen Schwankungen, welche die Dichte in unablässigem Wechsel infolge der Unregelmäßigkeit der Wärmebewegung erfahren muß; *Smoluchowski* erkannte, daß diese Schwankungen eine optische Trübung der Substanzen im Gefolge haben müssen, die sich auf Grund der allgemeinen Theorie berechnen läßt. Auch das schon von Lord *Rayleigh* erklärte Blau des Himmels gehört in diese Erscheinungsgruppe und beweist die Existenz räumlicher Dichteschwankungen in der Luft.

Smoluchowski's übriger wissenschaftlicher Arbeiten kann hier im einzelnen nicht gedacht werden. Es sei aber an die beiden vortreff-

lichen, in der Phys. Zeitschr. veröffentlichten Vortragszyklen erinnert, die er 1913 und 1916 — eingeladen von der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften — in Göttingen gehalten hat; sie geben eine schöne Übersicht über die Lebensarbeit des uns leider so früh Entrissenen. Alle, die *Smoluchowski* persönlich genauer kannten, liebten in ihm nicht nur den geistreichen Forscher, sondern auch den edlen, feinsinnigen und wohlwollenden Menschen. Die Weltkatastrophe der letzten Jahre erweckte in ihm kein anderes Gefühl als namenlosen Schmerz über die Roheit der Menschen und die Schädigung unserer kulturellen Entwicklung. Zu früh hat das Schicksal sein segensreiches Wirken als Forscher und Lehrer abgeschnitten; wir aber wollen sein Vorbild und seine Werke hochhalten!

Karl Olszewski — ein Gelehrtenleben.

Von Prof. Dr. M. von Smoluchowsky †, Krakau¹).

Inmitten des welterschütternden Kriegsgeschehens ist ein Ereignis fast unbemerkt vorübergegangen, welches zu anderen Zeiten wohl in der ganzen Kulturwelt einen lebhaften Widerhall geweckt hätte: der Tod *K. Olszewskis*.

Das stille Ende eines Gelehrtenlebens blieb unbeachtet von den Tagesblättern, schien es doch bedeutungslos im Vergleich mit den Hekatombenopfern, welche den Werdegang der Geschichte unserer Tage ewigem Angedenken überliefern. Aber auch *Olszewskis* Name wird in der Geschichte weiterleben — allerdings nicht in der politischen, sondern in der Kulturgeschichte — und zwar als ein Markstein in der Entwicklung der Wissenschaft, als Zeugnis für polnische Gelehrtenstätigkeit.

Die historische Tat *Olszewskis*, durch welche sein Name untrennbar mit jenem *Wróblewski* verknüpft ist, war bekanntlich die Verflüssigung der Luft. Mancher Fernerstehende wird sogar erstaunt sein, zu hören, daß einer der beiden Krakauer Gelehrten bis jetzt gelebt hat, von denen er seinerzeit, noch auf der Schulbank sitzend, gehört hatte. In der Tat sind es zwar nur 32 Jahre her, aber so groß ist der Weg, den der Fortschritt seitdem wieder zurückgelegt hat, daß uns jene Dinge heute wie das ABC der Wissenschaft erscheinen.

Seinerzeit war es aber eine ganz sensationelle Entdeckung, welche um so mehr Aufsehen erregte, da sie in einer abseits vom großen Tagesgetriebe liegenden Stadt und mit relativ primitiven Mitteln ausgeführt wurde, und welche sogar den Chauvinismus gewisser ausländischer Kreise soweit reizte, daß deren gänzlich unbegründete Prioritätsreklamationen einen lebhaften, in Flugschriften und Tagesblättern ausgetragenen Streit entfesselten. Die Verflüssigung der sogenannten „permanenten“ Gase war ja ein klassisches Problem geworden, um dessen Lösung sich die besten Fachmänner, *Natterer* in

Wien, *Cailletet* und *Berthelot* in Paris, *Andrews* in Glasgow, *Pictet* in Genf, vergeblich bemühten.

Am weitesten war noch *Cailletet* gelangt, welcher stark komprimierte Luft durch flüssiges Äthylens bis — 105°, abkühlte und während des Entspannens derselben das Entstehen von Tröpfchen und ein lebhaftes Wallen der halb flüssigen, halb gasförmigen Masse bemerkte. War hierdurch wohl erwiesen, daß sich die Luft überhaupt verflüssigen lasse, so führte doch der von *Cailletet* eingeschlagene Weg nicht zur Beantwortung der Frage, auf welche Weise dies anzustellen sei, da die Kondensationserscheinungen beim Entspannen nur von momentaner Dauer waren. Erst wenn gelingen würde, die Luft als tropfbare Flüssigkeit dauernd zu erhalten, sie im „statischen Zustand“ zu verflüssigen — wie sich der berühmte Chemiker *Berthelot* ausdrückte —, wäre das Problem gelöst, und könnte man sodann die Eigenschaften der flüssigen Luft studieren und sie weiter als Kältemittel gebrauchen.

Dies gelang nun den beiden polnischen Forschern (1883) durch Anwendung eines kleinen, aber entscheidenden Kunstgriffs: durch Verdampfung des flüssigen Äthylens im Vakuum, wodurch eine noch um 47° tiefere Temperatur erzeugt wird als jene, von welcher *Cailletet* ausging. Hiermit war die sogen. kritische Temperatur der Luft erreicht; Sauerstoff und bald darauf auch Stickstoff und Kohlenoxyd wurden so zum ersten Mal als klare wasserähnliche Flüssigkeiten erhalten, und so war der große Schritt getan, welcher nun eine Ausdehnung der Forschungen über tiefe Temperaturen auf ein ganz neues, früher unzugängliches Gebiet ermöglichte.

Man hat später mitunter darüber debattiert, welchem der beiden Gelehrten dabei das größere Verdienst zukam — wohl eine müßige und nicht entscheidbare Frage. *Wróblewski* war vorher seit längerer Zeit mit Untersuchungen über verwandte Fragen aus der Physik der Gase beschäftigt gewesen, hatte in Paris die von *Cailletet* öffentlich demonstrierten Versuche gesehen und hatte sich auch die von letzterem benutzte Kompressionspumpe angeschafft und nach Krakau mitgebracht. Andererseits hatte sich *Olszewski* als Assistent des Chemieprofessors *Czyrniński* mit der Verflüssigung von Kohlensäure und anderen Gasen mit Hilfe einer alten Nattererschen Kompressionspumpe vertraut gemacht, die von ihm neu hergerichtet worden war. Wie so oft in solchen Fällen, mag gerade das Zusammenkommen der zwei Männer verwandter Bestrebungen für die Wahl der gemeinschaftlichen Forschungsrichtung und für den schlagenden Erfolg bestimmend gewesen sein. Die Mitarbeiterschaft war übrigens nur von kurzer Dauer — es scheinen die zwei Charaktere zu verschieden gewesen zu sein.

Interessant ist überhaupt der Vergleich dieser beiden Persönlichkeiten. *Wróblewski* war ein Feuergeist, voll Unternehmungslust und kühner

¹) Aus dem Nachlasse.

Projekte, von energischem, vielleicht auch etwas herrischem Wesen. In seinem leider so kurzen, 41-jährigen Leben, von dem noch fünf Jahre auszulöschen sind, die er wegen Teilnahme an dem polnischen Aufstand von 1863 in Rußland und Sibirien in der Verbannung verbringen mußte, hatte er es verstanden, sich aus dürftigen Verhältnissen emporzuarbeiten, auf seinen Studienreisen persönliche Beziehungen zu den bedeutendsten Gelehrten Deutschlands und Frankreichs anzuknüpfen, das physikalische Institut in Krakau einer gründlichen Reform zuzuführen und sich in ganz Europa durch seine Leistungen den Ruf eines ganz erstklassigen Physikers zu erringen.

Olszewski dagegen war ein vollkommener Repräsentant desjenigen Gelehrtentypus, welchen *Ostwald* den „Klassiker“ nennt: ein langsam, aber beharrlich und methodisch in einer gegebenen Richtung arbeitender Forscher, der nie etwas Unreifes publiziert, nie sich durch andere Probleme, mögen sie auch noch so interessant scheinen, von dem Wege abbringen läßt, welcher ihn dem einmal erwählten Ziele entgegenführt. Charakteristisch ist die Tatsache, daß seine sämtlichen wissenschaftlichen Arbeiten (39 an der Zahl, abgesehen von gelegentlichen Kleinigkeiten) sich auf die Verflüssigung der Gase beziehen. Dieses Gebiet beherrschte er als souveräner Fachmann, andere Gegenstände mochten ihn interessieren, aber sie verlockten ihn nicht.

Dabei verstand er seine Sache wie ein Soldat, welcher von der Pike auf gedient hat. Denn der Mangel an entsprechenden Hilfsarbeitern, geschickten Mechanikern und technischen Hilfsmitteln in Krakau nötigte ihn, selber Metall-drehen, Löten, Gasblasen u. dergl. zu lernen, und zwar alles das besser zu lernen, als es sonst irgend jemand in Krakau zu tun verstand. Seiner manuellen Geschicklichkeit und seiner experimentellen Intuition verdankte er auch größtenteils seine Erfolge. Die ausgezeichneten Luft- und Wasserstoffverflüssigungsapparate, welche bis heute in- und ausländische Anstalten von dem Krakauer Mechaniker *Grodzicki* beziehen, sind Kopien der von *Olszewski* eigenhändig gebauten Apparate. Wie viel Arbeit, wieviel Zeit ging jedoch auf die Überwindung solcher Schwierigkeiten verloren, welche nur durch die Dürftigkeit der Hilfsmittel und durch die lokalen Verhältnisse verursacht waren und von welchen man in ausländischen Forschungsstätten keinen Begriff hat. Wie weit mehr noch hätte dieser Forscher leisten können, wenn ihm reichere Mittel zu Gebote gestanden hätten.

Doch kehren wir zur Schilderung des weiteren Lebenslaufes der beiden Forscher zurück. Nach Auflösung der Mitarbeiterschaft verblieben sie einige Jahre hindurch in regem Wettbewerb, indem sie unabhängig voneinander ihre Arbeiten weiterführten, wobei es ihnen unter anderem gelang, auch den Wasserstoff, wenigstens im dyna-

mischen Zustand zu verflüssigen, bis plötzlich im Jahre 1888 die beklagenswerte Katastrophe erfolgte, welcher *Wróblewski* zum Opfer fiel, ein durch Umwerfen einer Petroleumlampe hervorgerufener Brand, — und von nun an verblieb *Olszewski* als alleiniger Repräsentant einer Glanzperiode, auf welchem nicht nur der Ruhm, sondern auch die Pflicht einer Weiterführung jener Arbeiten im bisherigen Sinne lastete.

Dieser Aufgabe ist er in vollem Maße gerecht geworden, indem auch diese zweite Periode seiner Tätigkeit eine Reihe höchst bedeutender Leistungen aufzuweisen hat, wie die Bestimmung der Inversionstemperatur für Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff, Bestimmung der kritischen Temperatur des Wasserstoffes, Verflüssigung des Argons u. a. An Popularität reichten dieselben allerdings an die — bereits erfolgte — Lösung des Hauptproblems nicht heran, doch ward ihre Bedeutung von Männern der Wissenschaft gebührend eingeschätzt.

Nachdem *Linde* und *Hampson* im Jahre 1895 ein neues, sehr praktisches Prinzip der Luftverflüssigung eingeführt hatten, das auf der Abkühlung durch „innere Arbeitsleistung“ beruht, gelang es dem Engländer *Dewar*, auf diese Weise auch den Wasserstoff in statischem Zustand zu verflüssigen. Hierin kam er *Olszewski* zuvor, doch erwies letzterer seine Meisterschaft durch Vervollkommnung der von *Dewar* geheim gehaltenen Methoden und durch deren praktische, für Laboratoriumszwecke angepaßte Ausbildung.

Es blieb schließlich auf diesem Gebiete noch ein ungelöstes Problem übrig: die Verflüssigung des im Jahre 1895 als Bestandteil gewisser radiumhaltiger Mineralien neuentdeckten Gases Helium. *Olszewski* konnte dieselbe trotz Anwendung aller Hilfsmittel, über die er verfügte, nicht erzwingen und er schloß, daß Helium eine so niedrige kritische Temperatur und so geringen kritischen Druck besitze, daß hier weder das früher bei Luft angewandte Verfahren, noch die Methode der Entspannung zum Ziele führen könne. Um aber die Versuche nach dem *Linde-Hampson*schen Prinzip auszuführen, dazu reichten die Mittel seines Laboratoriums, insbesondere auch die Quantitäten Helium, die er besaß, nicht aus. So wurde denn diese Tat erst im Jahre 1908 in dem großartig angelegten Kältelaboratorium von Prof. *Kamerlingh-Onnes* in Leyden vollbracht, einer Anstalt, welche in den letzten Jahren die führende Rolle auf dem Gebiet der tiefen Temperaturen errungen hat.

Die Ärmlichkeit der Mittel und der Mangel an befähigten Hilfsarbeitern war überhaupt das größte Hindernis, welches die volle Entfaltung seiner Fähigkeiten hemmte; das zweite, welches in dem letzten Jahrzehnt seiner Arbeitskraft in wachsendem Maße Zügel auferlegte, war seine zunehmende Kränklichkeit. Glück, im populären Sinne des Wortes, war ihm überhaupt wohl wenig beschieden gewesen. Seine Kindheit war von

den Schatten des polnischen Bauernaufstandes vom Jahre 1846 umdüstert, die aufgeregten Bauern hatten das seinen Eltern gehörige Landgut Broniszów verwüstet, seinen Vater erschlagen und nur mit Mühe hatte man das wenige Monate alte Kind vor ihnen verborgen, das sonst wohl dem gleichen Schicksal anheimgefallen wäre. So wuchs er als Waise bei Verwandten auf und so schritt er auch späterhin alleinstehend, einsam, freudlos durchs Leben. Seine einzige Liebhaberei, welche er auch später aufgab, war die Blumenzucht.

Da er im Gebäude des chemischen Instituts wohnte, daselbst Vorlesungen hielt und seinen Arbeitsraum hatte, kam es oft vor, daß er viele Monate hindurch nicht ausging, und man war in den letzten Jahren schon daran gewöhnt, daß Prüfungen und Fachsitzungen in seiner Wohnung stattfinden mußten. Viele hielten ihn wohl für einen Sonderling und eingebildeten Kranken, doch sollte sich leider zeigen, daß sein Leiden auf Wirklichkeit beruhte. Schon im November des verflossenen Jahres, als Krakau von dem Gebrüll der Festungsgeschütze erdröhnte, war sein Zustand recht bedenklich; im Winter besserte er sich wieder, aber verschlimmerte sich rapid in der zweiten Hälfte März. Eines Tages fand man ihn tot im Bette auf und daneben auf dem Tische lag ein Zettel mit eigenhändigen systematischen, genauen Aufzeichnungen über seinen Zustand und seine Krankheitssymptome.

So endete einer der hervorragendsten und angesehensten polnischen Gelehrten der Jetztzeit. Überblickt man seinen Lebenslauf, so staunt man vor allem über die zielbewußte Beharrlichkeit seines Strebens, welche sonst nicht gerade als Charakterzug des Polen angesehen wird. Und es war ein edles Streben; gewiß hat es selten einen Mann gegeben, der sein ganzes Leben so ausschließlich der Wissenschaft geopfert hat. Wieviel aber gerade hierdurch der stille Gelehrte für den ehrenvollen Namen Polens geleistet hat, muß auch eine Zeit anerkennen, welche sonst den Soldatenruhm vor allem anderen verherrlicht.

Schweizerische Naturforschende Gesellschaft.

99. Jahresversammlung in Zürich.

9.—12. September 1917.

Von Dr. Eduard Rudin, Basel,

Assistent am Zool. Institut der Universität Genf.

Erste Hauptversammlung, Montag, den 10. September.

Die Versammlung wurde vom Präsidenten des Jahresvorstandes, Prof. Dr. C. Schröter (Zürich), eröffnet, indem er unter dem brausenden Beifall der sehr zahlreichen Versammlung unserem verehrten Geologieprofessor Albert Heim das Ehrenpräsidium übertrug. In seiner Eröffnungsrede gab er dann zunächst einen chronologischen Überblick über die bisherigen Tagungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, seit deren erster, die unter der

Leitung Paul Usteris stand, hundert Jahre verflossen sind. Altem Herkommen gemäß gab er dann unter dem Titel *Vierhundert Jahre Botanik in Zürich* eine Darlegung der Geschichte der botanischen Forschung in Zürich. Er unterscheidet zwei Perioden. Am Anfang der ersten, die mit dem Zeitalter der Reformation beginnt, steht Conrad Geßner (1516—1565). Vor ihm war die Zeit der Wirksamkeit eines Paracelsus, Vadian, Seb. Münster u. a. Geßner war Stadtarzt und förderte neben der Ausübung seines Berufes die allgemeine Entwicklung der wissenschaftlichen Botanik in Zürich. Er führte den Tierversuch ein, gründete einen botanischen Garten, wie überhaupt die Botanik seine Hauptleidenschaft war. Er widmete ihr denn auch sein Hauptwerk, die *Historia plantarum*, die erst im Jahre 1770, 200 Jahre nach seinem Tode, erschien. — Von der Mitte des 16. bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts folgt eine für die wissenschaftliche Botanik unfruchtbare Periode, die erst mit dem Aufkommen der mikroskopischen Forschungsmethode ihr Ende erreicht. Johann Jakob Scheuchzer¹⁾ ist der erste, der wieder botanisch arbeitet. Scheuchzer war Mediziner; er war der erste, der meteorologische Beobachtungen anstellte, der erste auch, der Torf ausgrub und ihn als Brennmaterial verwandte. Daneben beschäftigte er sich mit dem Föhn, den Gletschern, den Lawinen u. a. Sein Bruder, Johannes Scheuchzer (1684—1738), bearbeitete auf botanischem Gebiet namentlich die Gräser.

Mit Johannes Geßner wird die zweite Periode eingeleitet. Es ist das Zeitalter Albrecht v. Hallers, der Bodmer und Breitingen, Salomon Geßler usw. Johannes Geßner war einer der Gründer der Naturforschenden (damals Physikalischen) Gesellschaft Zürich (1746). Er gründete einen botanischen Garten und sammelte zwei große Herbarien; ferner organisierte er landwirtschaftliche Preisfragen und sogenannte Bauerngespräche. Auf ihn folgte Stadtrat Johannes Hegetschweiler, der eine Flora der Schweiz zusammenstellte und Labrams Abbildungen von Schweizerpflanzen herausgab. In erster Linie zu nennen sind aber dann zwei andere: Oswald Heer und Karl Nägeli. Oswald Heer (1800—1885) ist der Erforscher der Urweltflora. Er ist aber auch der erste, der sich mit der Flora der nivalen Region abgab. Auch in die Entomologie führte er neue Methoden ein. Er ist ein Förderer der Landwirtschaft und gründete das Botanische Museum der Eidgenössischen Technischen Hochschule. Karl Nägeli arbeitete durchweg grundlegend, namentlich auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte. Es sei nur an seine Untersuchungen über Scheitelzelle und Vegetationskegel erinnert. Er erkannte das Dickenwachstum der Zellwände auf dem Wege der Intussuszeption. Auf dem Gebiet der Zellenlehre ist er der Begründer der Lehre vom osmotischen Druck. Seine Forschungen über Hieracium umfassen 4415 Nummern und um 16 000 Aufzeichnungen. Die Erkenntnis der Polarität stammt von ihm, und auf dem Gebiet der Vererbungslehre ist seine Theorie einer Vererbungssubstanz, eines Idioplasmas, grundlegend.

Im allgemeinen waren also die Forschungsgegenstände anfänglich namentlich systematischer, später, unter Nägeli und Kramer, auch anatomisch-physiologischer Natur. War ferner ursprünglich die Botanik eine Tochterwissenschaft der Medizin, so haben sich diese Beziehungen im Laufe der Jahre gelockert. Doch

¹⁾ Anm. d. Ref.: Weiteren Kreisen dürfte Scheuchzer bekannt sein durch den Anthr. Scheuchzeri, den homo diluvii testis.

scheint heutzutage wieder eine Reaktion zugunsten einer Annäherung der beiden Wissenschaften einzutreten, und zwar auf Grund der modernen Vererbungslehre und der Zytologie.

Den ersten Vortrag hält in französischer Sprache Prof. **A. L. Perrier** (Lausanne) über: **Les Orientations moléculaires en physique et en cristallographie**. Er bespricht die Hypothese der molekularen Orientierung, die für eine große Zahl von physikalischen Erscheinungen eine Erklärung gestattet und überhaupt von weittragender Bedeutung ist.

Nach ihm spricht Prof. **F. Baltzer** (Bern-Würzburg): **Über die Entwicklung und Vererbung bei Bastarden**. Der Vortragende geht aus von dem Vorgang der normalen Befruchtung, bei der ein Spermatozoon zu einer mit einem Kern versehenen Eizelle kommt. Dieses Samenkörperchen besteht aber fast nur aus einem Kern und nur wenig Protoplasma. An der Substanz des befruchteten Eies sind also Vater und Mutter in verschiedenem Maße beteiligt: die Mutter mit dem größten Teil des Plasmas und mit einem Kern, der Vater nur mit einem Kern und fast gar keinem Plasma. Unter normalen Umständen ist dies aber ohne Bedeutung, denn das Plasma spielt keine Rolle, und der Kern des Spermas ist dem des Eies gleichwertig. Vor der nun folgenden Teilung des Eies findet zuerst eine Teilung des Kerns statt, die unter den bekannten Begleiterscheinungen vor sich geht: Bildung der Chromosomen, Einstellen in die Äquatorialebene, Teilung der Chromosomen, Auseinanderweichen der Hälften usw.; hieraus sowie auch als Konsequenz aus den Mendelschen Regeln ergibt sich, daß wir die Chromosomen sowohl morphologisch als auch physiologisch als unter sich verschieden betrachten und ihnen eine Individualität zuerkennen müssen. Sie stellen für uns ein Mosaik von Vererbungspotenzen dar.

Anders verhalten sich nun die Dinge bei der Erzeugung der Artbastarde. Auch hier dringt das Spermatozoon in die Eizelle ein, sein Kern nimmt aber an dem ganzen Befruchtungs- und nachher an dem Teilungsmechanismus nicht teil, sondern er bleibt isoliert. — In anderen Fällen nehmen die väterlichen Chromosomen nur zum Teil am Befruchtungsprozeß teil. Bei einer bestimmten Seeigelart wurden z. B. von den 20 väterlichen Chromosomen nur vier in die mütterliche Sphäre einbezogen, die anderen sechzehn aber eliminiert. Der Nachweis dieser Elimination von Chromosomen ist sehr wichtig, und es erhebt sich die Frage, wodurch sie verursacht wird. **Baltzer** hat den Beweis erbracht, daß die Ursache in Kern-Plasma-Beziehungen zu suchen ist. Er fragmentierte Seeigel-eier durch Schütteln derart, daß er kernlose Bruchstücke bekam, und in diese ließ er Spermatozoen eindringen. Auch in diesen Fällen wurden von den 20 Chromosomen 16 eliminiert, und nur 4 gingen eine Weiterentwicklung ein. Daraus ergibt sich mit Sicherheit, daß es das artfremde Plasma ist und nicht der Kern, welcher den anormalen Verlauf der Befruchtung hervorruft: der Kern des Spermatozoons befindet sich auf einem anormalen Boden. Man bezeichnet dieses anormale Verhältnis als eine Disharmonie und spricht von einer disharmonischen Entwicklung im Gegensatz zur harmonischen bei der normalen Befruchtung. In anderen Fällen verläuft der Prozeß normal; von einem gewissen Stadium an wird dann aber doch das väterliche Chromatin eliminiert.

Im allgemeinen kann man also sagen, daß bei Artbastarden Fälle mit disharmonischer Entwicklung vorkommen, bei denen die Disharmonie darin liegt, daß

sich der väterliche Kern in einem fremden Medium befindet. Diese Elimination des väterlichen Chromatins geht nun unter Erkrankungserscheinungen vor sich, und zwar im Verlaufe des Blastulastadiums. Eine große Zahl von Eiern geht jeweilen daran zugrunde. Da nun die Elimination nicht erfolgt, solange die Entwicklung des Eies nur unter dem mütterlichen Einfluß steht, gelangte **Boveri** dazu, im Verlauf dieser Entwicklung zwei Perioden zu unterscheiden. Die erste, generative Periode reicht bis zum Blastulastadium und ist durch den alleinigen Einfluß der mütterlichen Potenzen gekennzeichnet. Die zweite, die spezifische oder eigentliche Blastulaperiode, steht unter dem Einfluß sowohl der väterlichen als auch der mütterlichen Einwirkungen. Da die Disharmonie mit dem Wirksamwerden der väterlichen Potenzen eintritt, muß sie auf das Ende der generativen und den Anfang der spezifischen Periode fallen. Die Bastardierung gestattet also in dieser Hinsicht eine Analyse des Entwicklungsmechanismus.

Wichtig sind nun die Vererbungserscheinungen bei diesen Bastarden. Ist der väterliche Kern eliminiert worden, wie beim Vorgang der disharmonischen Entwicklung, so hat die Larve natürlich mütterliche Eigenschaften. Denn parallel mit der Entfernung des väterlichen Kernmaterials geht ja auch die Entfernung der väterlichen Charaktere in der Larve. Die harmonische Entwicklung kann bei Artbastarden drei Wege einschlagen: entweder kombinieren sich die väterlichen und mütterlichen Eigenschaften, so daß ein Mittelding entsteht. In vielen Fällen treten aber auch die mütterlichen Charaktere rein auf. Bei einer dritten Gruppe von Fällen werden die Mendelschen Regeln befolgt, d. h. es gibt auch solche Artbastarde, bei denen ein Merkmal dominiert, und wo in der zweiten Generation eine Ausspaltung erfolgt. Es ist aber bemerkenswert, daß in den meisten dieser Fälle die dominierende Eigenschaft von der Mutter, also aus dem Ei stammt, so daß man demnach sagen kann, daß in der Eigenschaft die Mutter dominiert und nicht die Eigenschaft selbst.

Auch für das Ausbleiben der Mendelschen Spaltung, also für das Auftreten intermediär sich fortpflanzender Artbastarde, konnte die zytologische Ursache gefunden werden. Sie liegt im anormalen Verhalten bei der Bildung der Sexualzellen: da die väterlichen und mütterlichen Chromosomen von verschiedenen Arten stammen, zwischen ihnen also eine Disharmonie besteht, so findet vor der Teilung der Sexualzellen keine Konjugation der Chromosomen statt. Es teilen sich vielmehr die väterlichen und mütterlichen Chromosomen ohne vorherige Vereinigung, so daß auf alle Sexualzellen der volle Chromatinbestand übergeht und keine Verteilung der Qualitäten auf dieselben stattfindet.

Diese Erscheinungen stehen im Gegensatz zu dem Gang der Vererbung bei der Kreuzung von Varietäten. Bei diesen kann eben ein Mendeln stattfinden, denn die Disharmonie zwischen dem väterlichen und mütterlichen Material fällt dahin, so daß also eine Konjugation stattfinden kann, sofern sich die entsprechenden väterlichen und mütterlichen Chromosomen zusammenfinden. Diese beiden Extreme sind aber doch durch Übergänge miteinander verbunden, Artbastarde, bei denen neben intermediär sich vererbenden Eigenschaften auch solche auftreten, die einer Mendelschen Spaltung unterworfen sind. Die zytologische Untersuchung hat gezeigt, daß in solchen Fällen immer einige Chromosomen konjugieren, während die Mehrzahl diesem Vorgang nicht unterliegt. Hierin liegt zugleich eine Stütze mehr für die Annahme einer Lokalisation der Ver-

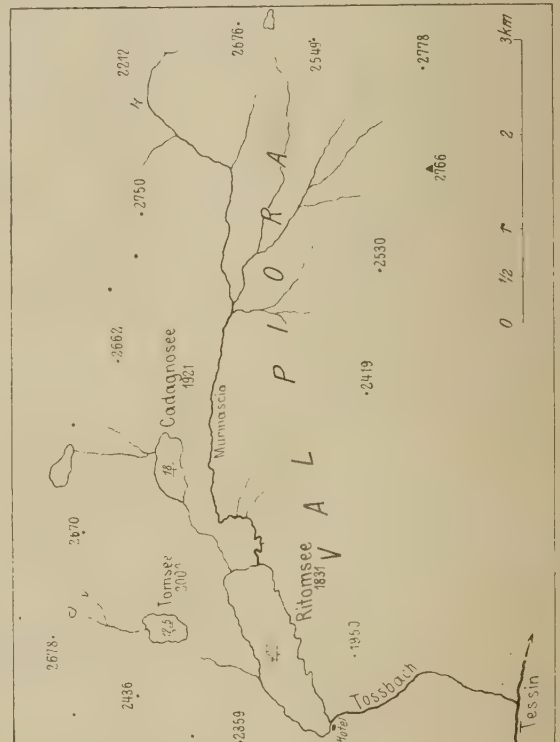
erbungspotenzen in den Chromosomen. Die Frage der Artbastardierung ist also ein komplexes Problem: es handelt sich sowohl um Fragen der Vererbung als auch um solche entwicklungsmechanischer Natur.

Dienstag, der 11. September, war für die Arbeit in den Sektionen bestimmt. Für diesen Tag waren in 18 Sektionen 230 Referate und Mitteilungen vorgesehen. Es ist selbstverständlich ausgeschlossen, über alle zu berichten, so daß hier nur die wichtigsten unter denjenigen Platz finden sollen, die der Referent selbst angehört hat.

In der Zoologischen Sektion sprach Dr. *Paul Vonwiller* (St. Gallen-Würzburg) über: **Neue Ergebnisse der Mitochondrienforschung bei niederen Tieren.** Die Mitochondrien sind neuerdings sehr wichtig geworden; neuere Forschungen haben an ihnen Teilungserscheinungen festgestellt, und sie können in gewissem Sinne als das lebende Prinzip in der Zelle bezeichnet werden. Man hat auch gefunden, daß in Drüsenzellen die Sekrettröpfchen durch Umwandlung von Mitochondrien entstehen. Bei Protozoen sind sie bis jetzt wenig bekannt geworden. *Arndt* hat sie 1914 von einer neuen Amöbenart beschrieben. Sie finden sich aber auch bei *Amoeba proteus*, und zwar im Hyalinkörper nahe bei der kontraktiven Vakuole. Sie sind meist von kugelförmiger Gestalt (Sphäroplasten) und haben charakteristische färberische Eigenschaften. Im Gegensatz zu den Mitochondrien in den Geweben der höheren Tiere sind sie aber resistent gegen Essigsäure. — *Vonwiller* hat sie nun auch bei Myxomyceten nachgewiesen, und zwar bei *Ecballium*. Sie finden sich dort in Sporen, Schwärmern und Plasmodien. Wie bei den Protozoen sind sie meist kugelförmig, nur in den Schwärmern sind sie länglich-stäbchenförmig. — Sie sind wenig zahlreich, aber ihre Zählung ist doch nicht möglich. Bei der Untersuchung von Sporangien von *Mycogala* unter Zuhilfenahme Heidenhainscher Färbung zeigt sich das Eigentümliche, daß sich in jedem Sporangium nur ein einziges Mitochondrium findet. Diese Tatsache ist etwas Neues, denn sonst sind die Mitochondrien nicht zahlenmäßig bestimmt. Nach diesem ersten Beispiel einer gesetzmäßigen Verteilung der Mitochondrien wurde dann noch ein zweites gefunden, so daß es sich vielleicht um eine Regel handelt. — Hinsichtlich der Entwicklung der Mitochondrien ließ sich nur feststellen, daß sie in jüngeren Exemplaren von *Mycogala* zahlreicher sind, daß also im Laufe der Entwicklung eine Reduktion eintreten muß.

Dr. *Gotthold Steiner* (Thalwil) sprach über die: **Nematoden der deutschen Tiefsee-Expedition.** Das Valdiviamaterial, mit großen Ausbeuten von den Falklandsinseln und von Disco, beweist, daß die Nematoden sowohl in der Arktis als in der Antarktis verbreitet sind. Zu den bereits bekannten Funden in den tropischen Meeren gesellen sich solche aus dem Indischen Ozean (Dar-es-Salam). Es ergibt sich ferner, daß die Nematoden dem pelagischen Gebiet fehlen. Wenn sie dort trotzdem etwa gefunden werden, so handelt es sich um losgerissene Exemplare. *Steiner* nimmt an, daß die freilebenden Nematoden nicht an die pelagische Lebensweise angepaßt sind, sondern daß sie von pelagisch lebenden Tieren abstammen, die sekundär sessil geworden sind. — In vertikaler Richtung wurden die Nematoden bis jetzt nur bis in eine Tiefe von ca. 20 m gefunden; nur die Gaußexpedition fand sie auch noch bei 4000 m. Im Valdiviamaterial finden sie sich bis zu 400 m Tiefe, in noch tieferen

Dredgefängen aber nicht. Dagegen wurden in Tiefen von 1000—3000 m zahlreiche parasitische Nematoden erbeutet, so daß der Schluß naheliegt, daß sich parasitische und freilebende Nematoden in allen Tiefen finden. — In bezug auf die Lebensweise der freilebenden Nematoden kommt *Steiner* zu Schlüssen, die von den bisherigen Anschauungen abweichen. Er nimmt an, daß die freilebenden Nematoden sessile oder halbsessile Tiere sind. Bei normaler Orientierung ist ihre Hauptachse senkrecht zur Unterlage gestellt. Sie sind primär mit Klebdrüsen versehen. Ihr Fehlen bei den parasitischen Formen ist das Ergebnis einer sekundären Rückdifferenzierung. Beim Schwimmen ist ihre Medianebene immer horizontal gerichtet, die sogenannte Bauchseite also nach links oder rechts. In bezug auf die Phylogenie nimmt *Steiner* an, daß die Nematoden



Die hydrologische Kommission ist in der Lage, über den Abschluß der Untersuchungen an ihrem ersten Studienobjekt, der Gruppe des Ritom-, Cadagno- und Tomsees im Val Piora (Gotthardgebiet) zu berichten. In der zweiten Hauptversammlung berichtet Prof. Hans Bachmann (Luzern) einleitend: Das Val Piora ist ein abgeschlossenes Ganzes. Es enthält neben zahlreichen kleineren die drei genannten Seen. Der Ritomsee ist nun dazu bestimmt, das Wasser für ein Kraftwerk der Gotthardbahn zu liefern, und wird deshalb in einer Tiefe von etwas weniger als 30 m angezapft. Infolgedessen treten Veränderungen ein, die eine Änderung der biologischen Verhältnisse nach sich ziehen, die noch verschärft wird durch den Umstand, daß der See im Sommer volle 8 m über sein bisheriges Niveau gestaut wird. Es ergab sich daher die Aufgabe, die durch diese Eingriffe erfolgenden Veränderungen in der Fauna und Flora zu verfolgen. Eine Eigenart dieses Sees, und auch noch anderer Alpenseen, bildet die Tatsache, daß sein Wasser von einer Tiefe von 13 m an stark schwefelwasserstoffhaltig ist. Infolgedessen ist man berechtigt, von zwei getrennten Seen zu reden, einem Ober- und einem Untersee, und dies um so mehr, als die Zirkulation des Wassers (Konvektion) streng auf den Obersee beschränkt ist. In den Kreis der Untersuchungen wurden auch die benachbarten Seen einbezogen.

In der Sitzung der hydrobiologischen Sektion sprach dann im einzelnen Prof. Dügge (Zürich): **Über bakteriologische Beobachtungen am Ritomsee-Wasser.** 1916 waren sowohl die Zuflüsse als auch der Tom- und Cadagnosee infolge starker Niederschläge sehr keimreich. Im Tomsee fanden sich 5040, in der Murinasca 3810 Keime pro Kubikzentimeter. Im Ritomsee fanden sich in den oberen Schichten pro Kubikzentimeter von mehreren Hundert bis zu 2000 Bakterien. Das Maximum fand sich 12,7 m unter der Oberfläche. Diese Zone ist reich an Organismen, die beim Übertritt in den schwefelwasserstoffhaltigen Teil des Sees nicht weiter sinken. Infolgedessen findet sich in diesem Abschnitt auch ein besonderer Reichtum an Spaltpilzen. Unter diesen sind solche des flachen Landes, aber auch neue Arten. Der Gehalt an Schwefelwasserstoff, angegeben in Milligramm pro Kubikzentimeter Wasser, war in den verschiedenen Tiefen folgender: 10 m : 0; 12,5 m : 0; 13 m : 6,1; 13,5 m : 19,4; 15 m : 22,5; 30 m : 30,5; 32,5 m : 30,1. Da dieser Schwefelwasserstoff für die Mehrzahl der Bakterien giftig ist, so bleiben alle Kulturen aus dem unteren Teil des Sees steril. Kontrollversuche mit Tiefen- und Oberflächenwasser hatten das Ergebnis, daß das Tiefenwasser auf Kulturen von *B. fluorescens* und *violaceum* schon nach 30 Minuten, auf solche von *B. punctatum* nach einer Stunde tödend wirkt. In den unteren Partien des oberen, schwefelwasserstofffreien, aber sauerstoffhaltigen Wassers finden sich rote Schwefelbakterien. fand man 1916 von 15 m Tiefe an keine züchtbaren Spaltpilze mehr, so lagen 1917 die Verhältnisse anders. Im Frühjahr hatte man durch einen Stollen, dessen Mündung 26 m unter der Oberfläche lag, den See so weit abgelassen, daß sein Niveau 24 m tiefer sank. Dann hatte man den Stollen wieder geschlossen und den See sich wieder füllen lassen. Dabei traten aber Mischungen des Wassers ein, die zur Folge hatten, daß das Tiefenwasser nicht mehr so reich war an H_2S . Die Zahlen für 1917 sind die folgenden: 26 m : 0; 27 m : 4,78; 28 m : 7,58; 30 m : 8,46; 35 m : 10,3; 44 m : 10,29 mg H_2S /ccm. Bakteriologisch fanden diese Veränderungen ihren Ausdruck darin, daß 1917

das Wasser von ca. 30 m Tiefe an zwar nicht steril, aber doch bakterienärmer war als weiter oben.

Der Eidgenössische Fischereinspektor Dr. G. Surbeck spricht: **Über die Fische des Ritomsees.** Es handelt sich namentlich um das Studium des Einflusses des Schwefelwasserstoffs auf das Fischleben in den drei Seen:

	m ü. M.	ha Fläche	m maximaler Tiefe
Ritomsee . . .	1831	90,4	47,7
Cadagnosee . .	1921	18	18
Tomsee	2000	13,5	12,5

der zweite mit Schwefelwasserstoff von 12,5 m an.

Das Einzugsgebiet umfaßt eine Fläche von 23,125 qkm. Es ist in fischereilicher Hinsicht ein in sich abgeschlossenes Ganzes, denn von unten ist keine Besiedelung mit Fischen möglich. Was sich an solchen findet, ist also eingesetzt worden. Im 18. Jahrhundert wurden Forellen eingesetzt, gegen Ende desselben waren sie aber verschwunden. 1854 wurde der Einsatz mit 30 bis 40 Fischen aus dem Tessin wiederholt. Heute finden sich in den Seen drei Fische: die Grobhe, *Cottus gobio*, die Forelle und daneben neuerdings der Saibling, *Salmo salvelinus*.

Die Grobhe wurde als Futter für die Forellen mit diesen eingesetzt. Sie ist in allen drei Seen zahlreich und ist zudem noch besonders groß. Es fanden sich bis zu 13,5 cm lange Stücke. Doch ist dies die Regel für hochgelegene Bergseen. Besonders massenhaft finden sie sich im Tomsee. Im August 1917 fand man sie — wenigstens temporär — auch pelagisch, und nicht nur im Schlamm. Im Frühjahr und Sommer treiben zahlreiche Leichen, jedenfalls eingefrorene Tiere.

Die Forelle kommt nur eingesetzt vor, und zwar nur im Ritom- und Cadagnosee. Die Tiere, mit denen die Neubesetzungen ausgeführt wurden, sind verschiedenster Provenienz: sie stammen hauptsächlich aus der Maggia und dem Tessin, aber auch etwa aus dem Ritomsee selbst. Im Tomsee konnten sie sich nur zwei Jahre lang halten und sind seitdem daraus verschwunden.

An den Forellen des Ritomsees läßt sich nun die Variabilität besonders schön beobachten: Die Tessinforellen ändern im See sowohl ihre Färbung als auch ihre Gestalt. Zwischen dem reinen fario-Typus mit den roten Tupfen und dem silberglänzenden lacustris-Typus finden sich alle Übergänge. Übrigens ist auch die entgegengesetzte Umwandlung, von lacustris in fario, bekannt, von einem Fall von Einsetzung von lacustris-Formen in Bäche in der Waadt, aus denen die fario-Form entstand. — Magenuntersuchungen ergaben, daß die Forellen Allesfresser sind. Neben Grobhe fanden sich Maden und Puppen von Insekten, ferner *Daphnia longispina*, Ostracoden und Hydracarien. Der Schaden, der durch die Absenkung am Forellenbestand verursacht wurde, ist sehr groß: in früheren Jahren wurden etwa 200 kg gefangen, dieses Jahr nicht einmal ganz 12 kg.

Der Saibling wurde vor 10—15 Jahren mit der Forelle eingesetzt, doch sind für ihn die Verhältnisse derart ungünstig, daß er sich nur noch in spärlichen Resten findet. Im Tomsee wurden am 19. Juni 1915 20 000 Stück eingesetzt. Im August 1917 fing man acht sehr große Stücke von 31,5 bis 21,5 cm Länge und einem mittleren Gewicht von 222 g. Das Maximum hatte ein Fisch mit 370 g, dann folgten solche mit 340, 265, 225 g usw. Da der See reich ist an

Cottus gobio, sollte er sehr günstig sein für den Saibling. Magenuntersuchungen förderten aber nicht eine einzige Grobke zutage; dagegen fanden sich in allen Mägen Plankton-Crustaceen: in erster Linie *Daphnia longispina*, daneben aber auch *Diaptomus* und Cyclopiden.

Am 17. und 18. Juni 1917 war der Wasserstand des Sees noch etwa 5 bis 6 m zu tief. An einigen trockenen Stellen östlich des Hotels Piora fanden sich daher am Ufer tote Organismen des Litorals: *Limnaea ovata* und Trichopterenlarven. Sie hatten sich meist in Vertiefungen zurückgezogen. In derselben Zone fanden sich zugleich noch lebende Organismen, und zwar neben *Limnaea* auch Chironomuslarven. Es wurden nun sowohl mit feuchten als mit trockenen Schlammproben Bewässerungsversuche angestellt, und es zeigten sich nach 24 Stunden: in den feuchten Proben: lebende *Limnaea ovata*, rote und weiße Chironomiden, auch junge Ostracoden, dann Nematoden, Cyclopiden, Ciliaten, Flagellaten, Diatomeen, endlich Ehippiden und Nauplien; in den trockenen Proben: Chironomiden, Trichopterenlarven, Cyclopiden, Nematoden, Flagellaten und Diatomeen.

Zweite Hauptversammlung, Mittwoch, den 12. September 1917.

Neben vier wissenschaftlichen Vorträgen war die Sitzung verschiedenen Gegenständen geschäftlicher Natur gewidmet. Namentlich kamen die Referenten einiger Kommissionen zu Wort, um über deren Tätigkeit Aufschluß zu geben.

Als erster Redner berichtete Prof. R. Chodat (Genf) in französischer Sprache über: **Un voyage botanique en Paraguay.** — Die Reise wurde im Jahre 1914 ausgeführt und hatte systematische Untersuchungen zum Ziel, ferner Forschungen über biologische Probleme, Fragen der Samenentleerung und -verbreitung durch Wasser, Wind und Tiere usw., der Bestäubungsvorrichtungen usw. Der Vortrag war durch eine große Zahl farbiger Lichtbilder illustriert.

Nach ihm spricht Prof. Eugen Bleuler (Zürich) über: **Die neuere psychologische Richtung in der Psychiatrie und ihre Bedeutung für andere Disziplinen.** — Es bestand schon früher eine psychologische Richtung, die dann aber wieder verlassen wurde. Erst von französischer Seite wurde ihr wieder Beachtung geschenkt und das Hauptergebnis der neuen Methode war zunächst die Unterscheidung zwischen den degenerativen Nervenkrankheiten, den Schizophrenien, und den funktionellen Geisteskrankheiten, den Neurosen. Es besteht z. B. ein prinzipieller Unterschied zwischen der organischen Erkrankung des Sehnervs, also Erblindung, und der Farbenblindheit. Er äußert sich darin, daß bei der ersteren zuerst die Empfindung für Rot verschwindet, während sie bei der letzteren am längsten bleibt. Es zeigte sich z. B. die Wichtigkeit der Hypnose und ihr bedeutungsvoller Zusammenhang mit Arznei und Heilung. Es eröffnete sich ferner das Verständnis für die Erschwerung der psychischen Funktionen durch Melancholie. Bleuler besprach in diesem Zusammenhang auch den Begriff der Ideenflucht. Eine Hauptetappe auf dem fernerem Entwicklungsweg wird durch den Namen *Freuds* gekennzeichnet. Bleuler betont, daß trotz aller Verkehrtheiten und Übertreibungen, die sich in den letzten Jahren an seine Lehre knüpften, ihre Grundlage doch richtig bleibt, nämlich, daß viele Krankheiten auf einem psychischen Bedürfnis beruhen. Man flüchtet — unbewußt — zur Krankheit, entweder, indem man, wie bei den Neurosen, krank wird, um den Kampf

mit dem Bedürfnis nicht ausfechten zu müssen, oder, indem man sich die Erfüllung des Bedürfnisses erträumt. Allerdings fällt nun hierbei dem Unbewußten eine große Rolle zu; die Mechanismen sind kompliziert, denn die affektiven Begriffe ersetzen die Gesetze der Logik. Es handelt sich um ein Verdrängen der unangenehmen Vorstellungen ins Unbewußte, trotzdem werden sie zur Krankheitsursache. Als feststehend ist anzusehen, daß bei den Neurosen die Erschöpfung nur eine geringe Rolle spielt, meist sogar gar keine, daß es sich vielmehr immer um unbefriedigte Triebe handelt. Es ist selbstverständlich, daß unter diesen die sexuellen Bedürfnisse die wichtigste Rolle spielen müssen. Wenn diese Triebe aber auch nicht immer verursachend wirken, so haben sie auf die Krankheit doch einen gestaltenden Einfluß. Der Vortragende besprach dann im Anschluß hieran die große Bedeutung des Affektes und der Affektivität, als des einzigen Bindemittels tierischer Gesellschaften. Daß die Logik dabei ihre Rolle ausgespielt hat, zeigen die Massenpsychosen des gegenwärtigen Krieges.

Weiterhin gestatten die neuen Erkenntnisse eine Erklärung der Berufskrankheiten: es sind ohne Ausnahme Zweckpsychosen. Zu diesen gehört die Blei-krankheit, die Unfallpsychosen, die Kriegspychosen, u. a. Von den Unfallpsychosen namentlich kann gesagt werden, daß es unter ihnen keine gibt, die nicht einen materiellen Gewinn zu verschaffen den unbewußten Zweck hätte. Dies ist ein Punkt, der z. B. bei der Einführung der Kranken- und Unfallversicherung viel zu wenig berücksichtigt worden ist. In allen diesen Fällen treten die Krankheiten nur ein, wenn durch sie ein materieller Gewinn erzielt werden kann. Aber auch bei anscheinend rein körperlichen Leiden findet immer ein Eingreifen der Psyche statt, so z. B. bei der chronischen Verstopfung, beim Aussetzen der Menstruation usw.

Es zeigt sich aber weiterhin, daß diese neue Psychologie nicht nur für den Psychiater von Bedeutung ist, sondern daß sie beginnt, auf alle möglichen, anscheinend zum Teil recht fernliegende Gebiete der menschlichen Tätigkeit einen Einfluß auszuüben. Es sei nur an die psychologische Vertiefung erinnert, die sich seit einigen Jahren in der modernen Belletristik bemerkbar macht. In der Zoologie hat in den letzten Jahren die Tierpsychologie eine große Bedeutung erlangt. Die Theologie bedarf zur Vertiefung notwendig der Psychologie. Der Jurist muß die Psychologie des Verbrechers studieren, aber auch unser neues Schweizerisches Zivilgesetzbuch ist auf einer psychologischen Basis aufgebaut. Der Mediziner muß Psychologe werden, denn der Quacksalber ist der geborene Psychologe. Zum Verständnis von Kunst und Musik ist die Psychologie unentbehrlich. Auch in die Politik spielt sie hinein. Die soziale, die sexuelle und die Frauenfrage sind in viel höherem Maße psychologische als volkswirtschaftliche Probleme. Und was die Psychologie endlich im Krieg für eine Rolle spielt, das sehen wir jetzt täglich.

In französischem Idiom spricht Prof. E. Argand (Neuchâtel) über: **Les phases du plissement alpin.** — Der Vortragende stellte, gestützt auf seine vielen Forschungen in den Westalpen, die Theorie auf, daß die Faltung des Alpensystems nicht in zwei, durch eine Zeit der Ruhe getrennten, Perioden erfolgte, einer karbonischen und einer tertiären, sondern daß es sich um einen seit dem Karbon durch das ganze Mesozoikum hindurch kontinuierlich andauernden Vorgang handelt.

Den letzten Vortrag hielt Dr. sc. nat. h. c. *Friedrich Schmid* (Oberhelfenswil) über: **Das Zodiakallicht**, ein Glied der meteorologischen Optik. — In den Tropen ist das Zodiakallicht bei gutem Wetter das ganze Jahr sichtbar. Bei uns beginnt es Ende September aufzutreten, erreicht im Januar sein Maximum, um Ende Mai wieder zu verschwinden. Die einleitenden Erscheinungen treten aber schon Anfang Juli wieder auf, so daß also nur der Juni ganz frei von ihm ist. In allen Monaten ist es sonst sichtbar, und in jeder klaren Oktober- und Novembernacht das Ost- und das Westlicht. Das Zodiakallicht ist eine absolut konstant auftretende Erscheinung. Es sieht verschwommen, milchig aus. Spät am Abend wird seine Farbe weiß bis gelblich. Je weiter der Standpunkt des Beobachters nach Norden verlegt ist, um so mehr ist der Lichtkegel nach Süden geneigt. Das Maximum der Intensität liegt etwa im ersten Drittel von Süden. Die Basisbreite des Kegels beträgt bis zu 80 und 100 %. Die Spitze reicht bis über die Hälfte des sichtbaren Tierkreises. Es ist eine durch ihre Ausdehnung imponierende Erscheinung. Auch bei uns wird etwa als schwacher Schimmer im Osten der Gegenschein sichtbar. Die Milchstraße zieht sich schwach leuchtend vom Zodiakallicht bis zu seinem Gegenschein.

Die Natur des Zodiakallichtes ist unsicher. Es gibt zwei Hauptgruppen von Erklärungen; die einen suchen seine Ursache in kosmischen Verhältnissen, die andern in tellurischen Umständen. Beiden Gruppen ist gemeinsam, daß sie reflektiertes Sonnenlicht voraussetzen. So wird gelegentlich als Ursache eine Wolke kosmischen Staubes angesehen, die ringförmig um die Sonne liegt, und von der die einen sich vorstellen, daß sie innerhalb, die andern, daß sie außerhalb der Erdbahn liegt. *Birkeland* hat sich gegen diese Staubhypothesen gewandt. Wieder andere nehmen eine Ausstrahlung elektrisch geladener Atome aus dem Sonnenäquator an.

Nach dem Vortragenden handelt es sich um ein optisch-tellurisches Phänomen. Er betrachtet es als eine Reflexerscheinung des Sonnenlichtes in den äußersten Partien unserer Atmosphäre. Allerdings liegt ihr Sitz nicht in der Äquatorialebene, sondern in der Ebene der Ekliptik. Dies erklärt sich daraus, daß die Rotationsverhältnisse in den oberen Teilen der Atmosphäre jedenfalls andere sind als in den unteren. Denn der Äquator der Atmosphäre dürfte unter dem Einfluß der nächsten Himmelskörper gegen die Ekliptik hin verschoben sein. Auch ein Einwirken der Verteilung der Erdteile und Meere macht sich möglicherweise dabei geltend. Der Vortragende erläuterte an Hand zahlreicher Projektionen mit komplizierten Konstruktionen seine Darlegungen, die auf jahrzehntelange Beobachtungen gestützt sind, und für deren Ergebnisse ihm im Jahre 1914 der doppelte Preis der Schläflistiftung sowie in dieser Versammlung von der Eidgenössischen Technischen Hochschule die Würde eines Dr. sc. nat. hon. caus. verliehen wurden.

Besprechungen.

Freundlich, Erwin, Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie. Zweite Auflage. Berlin, Julius Springer, 1917. 74 S. Preis M. 3,60.

Die Schrift über die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie, welche im vorigen Jahre — zuerst (aber ohne die Anmerkungen) in den „Naturwissenschaften“ — erschien, sollte zeigen, wie die Grundlagen der Mechanik mit den Grundlagen der

Geometrie auf das engste zusammenhängen, sodann, wie ein allgemeines Prinzip der Relativität aller Bewegungen zu neuen Grundgesetzen für eine Mechanik der Relativbewegungen der Körper gegeneinander und zu einer Gravitationstheorie hinführt. Dabei war ich auf die spezielle Relativitätstheorie, die sich auf gleichförmig geradlinig gegeneinander bewegte Systeme beschränkt, nicht weiter eingegangen, da über diese bereits eine große Literatur existiert.

Die jetzt notwendig gewordene zweite Auflage der Schrift habe ich nicht nur übersichtlicher und leichter lesbar zu gestalten versucht, sondern ich habe sie auch durch ein Kapitel über die spezielle Relativitätstheorie eingeleitet. Man findet nämlich immer wieder, auch von Fachgenossen, die merkwürdige Ansicht vertreten, die spezielle Relativitätstheorie habe aufgegeben werden müssen und die allgemeine stelle den Versuch dar, eine andere Theorie an ihrer Stelle zu schaffen, der möglicherweise keine längere Lebensdauer beschieden sein werde. Das ist jedoch eine völlige Verkennung der Sachlage. Deswegen habe ich in der neuen Auflage ein Kapitel über die spezielle Relativitätstheorie als Vorstufe zur allgemeinen vorausgeschickt, um zu zeigen, wie die allgemeine Relativitätstheorie mit der speziellen organisch verwachsen ist. Sie mußte unbedingt kommen, falls unsere Bemühungen, die Mechanik zu einer Theorie der Relativbewegungen der Körper gegeneinander zu gestalten, was schon *Newton* als äußerstes Ziel vorschwebte, zu einem Abschluß gelangen sollten.

Die spezielle Relativitätstheorie war aus der Elektrodynamik bewegter Körper herausgewachsen und hatte nur von neuem die Schwächen der klassischen Mechanik aufgedeckt, ohne sie aber zu beseitigen. Da sie sich auf gleichförmig geradlinig gegeneinander bewegte Systeme beschränkt, konnte sie auch nicht unmittelbar zu einer Mechanik der Relativbewegungen der Körper führen. Denn infolge der Gravitation bewegen sich ja alle Körper, wie die Beobachtungen lehren, beschleunigt gegeneinander. In einer Mechanik der Relativbewegungen können also Vorgänge, die dem speziellen Relativitätsprinzip unterliegen, nur solche sein, die alle Gravitationseinflüsse außer acht lassen. Streng genommen ist das in der Natur nie möglich. Infolgedessen konnte auch die spezielle Relativitätstheorie nur als idealisierter Spezialfall einer weiter gefaßten Theorie gelten, die auch die Relativität beschleunigter Bewegungen berücksichtigt, — falls überhaupt ein so allgemeines Relativitätsprinzip in der Natur Gültigkeit besitzt.

Nun, die Leistung der Einsteinschen Theorie ist es ja, zu zeigen, daß eine so allgemeine Relativitätstheorie in der Tat möglich ist, alle prinzipiellen Schwierigkeiten der klassischen Mechanik vermeidet und zugleich zu einer Gravitationstheorie führt. Von diesem Standpunkt aus betrachtet, erhalten die Ergebnisse und Forderungen der speziellen Relativitätstheorie einen veränderten Gültigkeitsbereich. Daher bedeutet die Zufügung eines Kapitels über die spezielle Relativitätstheorie als Vorstufe zur allgemeinen keineswegs die Wiederholung oft besprochener Fragen.

Die anderen Kapitel sind, abgesehen von Sprachverbesserungen und weiteren Anmerkungen, nicht wesentlich verändert worden. Nur das Kapitel, welches die Darstellung der Einsteinschen Theorie selbst enthält, ist ganz umgearbeitet worden. Ich habe in der neuen Fassung den Gang des eigentlichen Referates nicht durch Abschweifungen über prinzipielle Fragen unterbrochen. Dafür habe ich als Abschluß des Ka-

pitels einen Rückblick gegeben auf den Standpunkt der neuen Theorie gegenüber den verschiedenen prinzipiellen Fragen, welche sich in den vorangehenden Kapiteln erhoben hatten. Eine Anmerkung zu diesem Kapitel enthält die Grundgleichungen der neuen Theorie explicite hingeschrieben und skizziert den Übergang zu den Newtonschen Gleichungen der klassischen Mechanik. *Selbstanzeige.*

Bavink, B., Einführung in die allgemeine Chemie. (Aus Natur und Geisteswelt Nr. 582.) Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1917. 108 S. und 24 Fig. Preis geh. M. 1,—, geb. M. 1,25.

Für die Aufgabe, die Lehren der allgemeinen und physikalischen Chemie auf etwa 100 kurzen Seiten darzustellen, hat *B. Bavink* hier eine recht gefällige Lösung gefunden. — Der erste Hauptabschnitt, „Die Umwandlungen der Stoffe“, umfaßt die Kapitel: Die chemischen Verbindungsgesetze und die Atomtheorie, — Die Systematik der Elemente, — Die kinetische Wärmetheorie und die Aggregatzustände, — Chemische Dynamik. Im zweiten Hauptabschnitt: „Umwandlungen der Energie“, werden besprochen: Energie- und Entropiegesetz, — Thermochemie, — Elektrochemie, — Photochemie. Den Beschluß macht ein Abschnitt über den Bau der Atome, der hauptsächlich den Erscheinungen der Radioaktivität gewidmet ist. — Trotz der gebotenen Kürze bemüht sich der mit den neuesten Fortschritten der Wissenschaft wohl vertraute Verfasser doch auch eifrig und erfolgreich um die Definition der grundlegenden physikalischen Begriffe und scheut sich nicht, recht verwickelte Dinge, wie etwa die Laediagramme oder Atommodelle wenigstens andeutungsweise vorzutragen. Ohne Zweifel sind gerade diese neuesten Forschungen über die Konstitution der Materie in hohem Maße geeignet, das Interesse jedes Lesers zu fesseln und eindringlich daran zu erinnern, daß die allgemeine Chemie im weitesten Sinne nicht hinter der volkstümlicheren experimentellen Chemie zurückgeblieben ist. Und damit dürfte das Ziel dieser Schrift erreicht sein. *J. Koppel, Berlin-Pankow.*

Deutsche ornithologische Gesellschaft

In der Sitzung am 8. Oktober d. J. sprach Dr. *Heinroth* über **reflektorische Bewegungsweisen der Vögel im Lichte der Stammesverwandtschaft** und führte folgendes aus: Das Kratzen des Kopfes erfolgt entweder in der Weise, daß der Vogel das Bein vorn an der Brust vorbei zum Kopf führt, oder indem er es hinter dem Flügel hindurchsteckt und sich so über den Rücken hinweg kratzt. Diese Bewegungen sind durchaus zwangsmäßig und reflektorische und werden bereits von den Nestjungen ausgeführt. Es kratzen sich vornherum die Hühner, Tauben, Rallen, Steiße, Möven, Schnepfen, Kraniche, Reiher, Störche, Enten, Raubvögel, die größeren Papageien, Kuckucke, Spechte, dagegen hinter dem Flügel herum: Regenpfeifer, Kiebitz, Bienenfresser, Eisvögel, die kleineren Papageien, Wiedehopf, Segler und alle Singvögel.

Das Baden im Wasser ist zwar sehr verbreitet, wird aber nicht von allen Vogelarten ausgeführt, so baden Hühner, Lerchen und Wiedehopf niemals im Wasser, sondern nur im Sande. Schwalben, Pirol, wohl auch Blaurake und Bienenfresser baden im Fluge durch Eintauchen ins Wasser. Sandbäder nehmen außer Hühnern und Lerchen auch Raubvögel, Eulen, Blauraken, Zaunkönige, Sperlinge und viele andere. Es gibt also eine ganze Reihe von Vögeln, die sowohl im Wasser wie im Sande baden. Es führen die Beute mit dem Fuß zum Schnabel: Raubvögel, Eulen, viele Papageien, Sultanshühner, Würger und Bartmeisen. Die beiden letzteren Vogelarten haben die Gewohnheit, die Nahrung in die Zehen zu nehmen und dann den Lauf auf die Sitzunterlage aufzustützen. Raben, einige Finken, Zaunkönig, Stieglitz, Kreuzschnabel und die Gattung *Parus* stellen sich auf die Beute, Regenpfeifer und Kiebitz führen mit dem Fuß zitternde Bewegungen über dem Erdboden aus, was offenbar den Zweck hat, Insektenlarven in Bewegung zu bringen, damit sie dem Umschau haltenden Vogel besser auffallen.

Die männlichen Paradiesvögel legen die langen Schmuckfedern, die beim Umdrehen auf der anderen Seite des Astes geblieben sind, mit dem Schnabel zurecht. So einfach und selbstverständlich eine solche Handlungsweise erscheint, so wird sie doch von keinem anderen Vogel ausgeführt. Geraten z. B. einem Pfau oder langschwänzigen Papagai beim Umdrehen auf der Sitzstange die langen Federn auf irgend eine Weise in die Klemme, so kommt der Vogel nie auf den doch sehr naheliegenden Gedanken, sie mit dem Schnabel zurecht zu legen. Man sieht also, wie sehr das Tier unter dem Banne der angeborenen reflektorischen Handlungsweise steht.

Der Vogel schließt das Auge dadurch, daß er das untere Augenlid nach oben heraufzieht. Eine Ausnahme machen die Eulen und der Zaunkönig, die das obere Augenlid nach unten ziehen.

Bei Empfindung starker Hitze sperren die Vögel den Schnabel auf, wobei Eulen und Scharben den Kehlsack rasch bewegen, so daß also eine Art Hecheln stattfindet.

Zu diesen Ausführungen bemerkte Major *v. Lucanus*, daß alle Papageien, die sich vorn an der Brust vorbei den Kopf kratzen, auch den Fuß zum Festhalten der Nahrung benutzen, was dagegen die Arten, welche die Kratzbewegung hinter dem Flügel herum ausführen, niemals tun. Der amerikanische Sperlingsfalk stützt nach Würgerart beim Fressen den Lauf auf und hat auch sonst, besonders durch die wippenden, schmähterartigen Schwanzbewegungen, viel Singvogelartiges in seinem Wesen.

Geheimrat Dr. *Reichenow* beobachtete, daß Stare nicht nur im Wasser, sondern auch im Schnee baden.

Major *v. Lucanus* legte einen flavistisch gefärbten *Turdus iliacus* vor von fast rein semmelgelber Farbe, und machte die Mitteilung, daß *Haliaetus albicilla* und *Urinator arcticus* in der Neumark brüten.

F. v. Lucanus.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

12. Juli. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das k. M. Prof. *J. Herzog* übersendet eine Arbeit aus dem Chemischen Laboratorium der k. k. Deutschen

Universität Prag von Prof. Dr. *Hans Meyer* und Dr. *Alice Hofmann*: „Über Pyrokondensationen in der aromatischen Reihe. (3. Mitteilung).“ Es werden die bei der Überhitzung von Ortho- und Paratoluidin, Benzonitril, Phtalimid, Chlor- und Tetrachlorphtalimid, Benzoessäure, Benzoessäuremethylester, Paratolylsäure-

methylester, Phenol und Anisol auftretenden Reaktionen besprochen.

Prof. Dr. K. Brunner übersendet eine im Chemischen Institut der k. k. Universität in Innsbruck von G. Wahl ausgeführte Arbeit mit dem Titel: „Bz-Oxy-Indolinone“. Dem Verfasser ist es gelungen, ausgehend vom Ortho- und Para-Hydrazinanisol Indolinone zu gewinnen, die durch Kochen mit Jodwasserstoffsäure mit r Abspaltung der Methylgruppe B-3- bzw. B-1-Pr-3,3-Dimethylindolinon liefern.

1. „Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung. Nr. 102. Die Absorption der γ -Strahlen von Radium (III. Teil)“, von K. W. F. Kohlrausch. Es werden die Absorptionskoeffizienten μ_1 und μ_2 der beiden von Ra-C stammenden γ -Strahlungen in 30 chemischen Elementen bestimmt. Für die härtere Strahlung ergibt

sich die Absorption pro Masseneinheit ($\frac{\mu_1}{\rho}$) als nahezu unabhängig vom Atomgewicht. Für die weichere Strahlung ergibt sich ein deutlicher Einfluß der Atomstruktur auf die Massenabsorption, in dem diese von $\frac{\mu_2}{\rho} = 0.08$ bei Kohle bis $\frac{\mu_2}{\rho}$ bei Wismut ansteigt. Die Kurve enthält unstätige Stellen. Die untersuchten Flüssigkeiten zeigen entsprechend dem additiven Charakter der Absorption je nach den beteiligten Atomen Werte von 0.054 bis 0.041 für $\frac{\mu_1}{\rho}$.

2. „Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung. Nr. 103. Bestimmung der Halbwertszeit von Thorium- und Actiniumemanation“, von Dr. Rudolf Schmid. Um zu ermitteln, ob Thorium- oder Actiniumemanation von Glas absorbiert wird oder nicht und somit die Messung der Halbwertszeiten beeinträchtigt werden, wurde auf drei verschiedene Methoden die Halbwertszeit von Thorium- und Actiniumemanation bestimmt und für Thoriumemanation die Halbwertszeit zu $T = 54.5 \pm 0.02$ sec, für Actiniumemanation zu $T = 3.92 \pm 0.015$ sec gefunden.

Das w. M. Prof. H. Molisch überreicht eine von Friedrich Pichler im Pflanzenphysiologischen Institut der Wiener Universität ausgeführte Arbeit, betitelt: „Das Aeroplankton von Wien“. Verfasser untersuchte die in der atmosphärischen Luft von Wien vorhandenen Keime von Mikroorganismen ausschließlich der Bakterien und die anderen organisierten Teilchen. Die von ihm gefundenen Resultate lassen interessante Schlüsse auf gewisse Krankheitserscheinungen (Heufieber, Platanenhusten) und auf andere biologische Phänomene zu.

Prof. Molisch legt ferner eine von Karl Höfler im Pflanzenphysiologischen Institut der Wiener Universität ausgeführte Arbeit vor, betitelt: „Eine plasmolytisch-volumetrische Methode zur Bestimmung des osmotischen Wertes von Pflanzenzellen“. Als „Grad der Plasmolyse“ wird das Volumsverhältnis zwischen dem plasmolysierten Protoplasten und dem Innenvolum der (durch die Plasmolyse entspannten) Zelle bezeichnet. Das Grundprinzip der Methode ist folgendes: Ist in einer Zelle nach Eintritt osmotischen Gleichgewichts der Grad der Plasmolyse = G (z. B. $= \frac{3}{4}$) und ist die Konzentration der plasmolisierenden Außenlösung = C (z. B. $= 0.60$ G M Rohrzucker), so war — bei voller Semipermeabilität des Plasmas für Lösung- und Zellsaftstoffe — der osmotische Wert der entspannten Zelle vor der Plasmolyse $O = C \times G$ (z. B. $0.60 \times \frac{3}{4} = 0.45$ G M Rohrz.).

Das w. M. R. Wegscheider überreicht eine im I. Chemischen Laboratorium der k. k. Universität Wien ausgeführte Arbeit von J. Pollak und A. Baar: „Über die Verseifung von Dimethyl- und Diäthylsulfat durch Natriummethylat, beziehungsweise -äthylat“. Dimethylsulfat wird durch Natriummethylat oder Natriumäthylat viel rascher verseift als wie Diäthylsulfat. Der Unterschied ist von anderer Größenordnung als bei der Reaktion der beiden Dialkylsulfate mit Methylalkohol

oder Äthylalkohol. Natriumäthylat verseift beide Dialkylsulfate rascher als Natriummethylat.

Das w. M. Hofrat K. Grobben legt folgende vorläufige Mitteilung vor: „Wissenschaftliche Ergebnisse der mit Unterstützung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien aus der Erbschaft Treittl von F. Werner unternommenen zoologischen Expedition nach dem anglo-ägyptischen Sudan (Kordofan) 1914. Cestoden aus Säugetieren und aus Agama colonorum, von Lene Kofend“.

Im Frühling dieses Jahres wurden von Prof. R. Pöck und Assist. J. Weninger neuerdings drei k. u. k. Kriegsgefangenenlager zur Fortführung der anthropologischen Arbeiten besucht, und diesmal außer russischen Völkern auch Serben, Montenegriner, Italiener und Rumänen photographiert und untersucht. Die Messungen an Russen sind nun zu einem relativen Abschlusse gelangt.

11. Oktober. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das k. M. Hofrat E. Heinricher übersendet zwei Abhandlungen:

1. „Warum die Samen anderer Pflanzen auf Mistelschleim nicht oder nur schlecht keimen“. J. v. Wiesner hatte Hemmungstoffe im Schleim, sowohl als die „Ruheperiode“ der Mistelsamen bedingend, als auch das Keimen anderer Samen auf dem Schleime behindernd oder schädigend erklärt. Heinricher hat nachgewiesen, daß bei Wahl der richtigen Außenbedingungen die Samen der Mistel überhaupt keine Ruheperiode haben, die keimungshemmende Wirkung des Mistelschleimes und ähnlicher Kolloide auf andere Samen aber führt er auf Grund seiner Versuche auf die physikalische Beschaffenheit des Mistelschleims und durch sie bedingte Störung der osmotischen Verhältnisse zurück.

2. „Über tödende Wirkung des Mistelschleimes auf das Zellgewebe von Blättern und Sprossen“. In dieser Abhandlung wird gezeigt, daß auf die Blätter von *Pelargonium inquinans* und von *Impatiens balsamina* mit ihrer Schleimhülle ausgelegte Mistelsamen in verhältnismäßig kurzer Zeit zu Reaktionen in den darunter gelegenen Blattgeweben führen, die mit Verfärbung derselben einsetzen und schließlich ihr Absterben hervorrufen. Die Erklärung für die gewebetötende Wirkung des Mistelschleimes wird im Anschluß an die erste Abhandlung auch hier in der physikalischen Natur des Schleimes und überhaupt ähnlicher Kolloide gefunden.

Prof. Dr. Anton Lampa in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über erzwungene räumliche Schwingungen von Saiten“. Alle Punkte einer Saite, auf welche normal zu ihr in zwei aufeinander senkrechten Ebenen periodische Kräfte wirken, beschreiben im stationären Zustand Lissajousche Schwingungsfiguren gleicher Klasse. Sind die Kräfte in den beiden Ebenen längs der Saite gleichartig verteilt und haben sie außerdem gleiche Frequenz, so bildet die Saite in jedem Moment der Bewegung eine ebene Kurve, in jedem anderen Fall eine Raumkurve, ausgenommen in gewissen Zeitpunkten, wo sie eben wird.

Das w. M. Hofrat Dr. F. Steindachner legt eine Abhandlung von Prof. H. Rebel: „Lepidopteren aus Neumontenegro“ vor. Dieselbe ist eine Bearbeitung des lepidopterologischen Teiles der Ausbeute, welche von Dr. Arnold Penther im Jahre 1916 in Serbien und Neumontenegro gemacht wurde. Die Ausbeute enthält 496 Lepidopterenarten, darunter einige neu zu beschreiben gewesene Formen und eine neue Tortricidenart. Die Arbeit gibt die ersten Nachrichten über die Lepidopterenfauna des Sandschak Novipazar.

Das w. M. R. Wegscheider überreicht zwei Abhandlungen aus dem I. chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien: 1. „Zur Kinetik der Reaktionen mit Elektrolyten im homogenen System“, von R. Wegscheider. 2. „Über die Methylierung mit Dimethylsulfat,

seine Verseifung durch wässerig alkalische Lösung und Wasser im heterogenen System und einen Fall von Kaliumkatalyse, von Alfons Klemenc.

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. (Stiftung Heinrich Lanz.)

6. Oktober. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitzender: Herr Bütschli.

Es werden folgende wissenschaftliche Arbeiten für die Sitzungsberichte und Abhandlungen vorgelegt:

1. Von Herrn L. Königsberger (Heidelberg): „Über die Hamiltonschen Differentialgleichungen der Dynamik“. II. Teil.

Bevor in Fortsetzung der im ersten Teile für die Irreduktibilität von Differentialgleichungssystemen ausgeführten Untersuchungen auf die Diskussion der Integrale der Hamiltonschen Differentialgleichungen näher eingegangen wird, soll zunächst die Frage erörtert werden; welche Form diese in die Jacobi-Weierstraßsche Normalform transformierten Differentialgleichungen der Dynamik annehmen, wenn die Integrale des Energieprinzips und des Prinzips der Flächen zu deren Reduktion benutzt werden. Sodann wird die Beschaffenheit der Integrale nach Transformation der Differentialgleichungen in die Normalform mittels der Koeffizienten der Energie und deren nach den Parametern genommenen Differentialquotienten für den Fall untersucht, daß die Abel-Weierstraßsche, in unbestimmten Konstanten lineare Hilfsfunktion einer algebraischen Gleichung mit nur verschiedenen Lösungen genügt, und endlich für den Fall gleicher Lösungen derselben den Differentialgleichungen eine für die Untersuchung der Integrale geeignete Normalform gegeben.

2. Von Herrn W. Deecke (Freiburg): „Über die Färbungsspuren an fossilen Molluskenschalen“.

An den Gehäusen fossiler Mollusken, wozu hier aus praktischen Gründen die Brachiopoden gerechnet werden, sind seit ältester Zeit einzelne Farbspuren bekannt. Es wird eine Tabelle davon gegeben und aus dieser abgeleitet, daß für die Erhaltung der Farben die firnisartige Deckschicht das wichtigste Element ist, daß ferner vorzugsweise glatte Gehäuse solche Reste zeigen und daß drittens hauptsächlich Fleischfresser dabei in Frage kommen, mit Ausnahme der Heliciden. Dann wird erörtert, bei welchen Formen überhaupt und unter welchen allgemeineren Bedingungen Farben auftreten und erhalten bleiben können, und auf den Gegensatz zwischen Schnecken und Ammoniten hingewiesen, welche letztere niemals irgendeine Färbungsspur erkennen lassen.

3. Von Herrn G. Klebs (Heidelberg): „Zur Entwicklungsphysiologie der Farnprothallien“. III. Teil.

Diese dritte Abhandlung untersucht, wie weit die für das eine Farnkraut, *Pteris longifolia*, nachgewiesene Abhängigkeit der Formbildung von der Intensität und der spektralen Zusammensetzung des Lichtes auch für andere Farne gilt. Die Mehrzahl der neu geprüften Arten verhält sich wesentlich wie *Pteris*. Die roten Strahlen erregen die Keimung der Sporen, die blauen hemmen sie; jedoch ist der Grad der Hemmung je nach der Spezies verschieden. Es gibt 2 Farne, für deren Keimung die Brechbarkeit keine Bedeutung hat: der Adlerfarn (*Pteridium*) und der Königsfarn (*Osmunda*). Die Sporen von *Pteridium* keimen in jeder Lichtart wie im Dunkeln, diejenigen von *Osmunda* wesentlich nur im Licht, wobei die Brechbarkeit nur insoweit eine Rolle spielt, als davon die C-Assimilation abhängt. Bei der Mehrzahl der Farne fördern die roten Strahlen die Streckung; bei geringerer Intensität entstehen nur Keimfäden, bei höherer (direkte Sonne) die Prothallien. Das blaue Licht schränkt die Streckung ein, befördert die Quer- und Längsteilung, so daß auch bei geringeren Intensitäten die Prothallienbildung erfolgt.

Die einzige Ausnahme ist der Königsfarn; bei ihm hängt die Farnbildung von der Größe der C-Assimilation ab; besondere Wirkungen der roten und blauen Strahlen sind nicht nachweisbar.

4. Herr P. Lenard (Heidelberg) legt die erste Hälfte einer zur Veröffentlichung in den Abhandlungen bestimmten Mitteilung: „Quantitative über Kathodenstrahlen aller Geschwindigkeiten“ vor, deren Inhalt dem Titel in eingehender Weise entspricht.

5. Von Herrn P. Stückel (Heidelberg): „Eine von Gauß gestellte Aufgabe des Minimums“.

Wie erst neuerdings bekannt geworden ist, hat Gauß Andeutungen über ein Verfahren gegeben, das Minimum einer Funktion von mehreren Veränderlichen zu bestimmen, wenn Ungleichheitsbedingungen vorgelegt sind. Die wirkliche Durchführung erfordert, wie der Verfasser zeigt, teils Erörterungen im Gebiete der mehrfach ausgedehnten Mannigfaltigkeiten; teils die Integration gewisser Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen. Durch die dabei auftretenden Kurven schnellster Abnahme erhält man einen neuen Eingang in die Lehre von den Euler-Lagrangeschen Multiplikatoren; zugleich ergibt sich ein neues Verfahren zur Lösung der Gaußschen Aufgabe, bei dem man mit den üblichen Mitteln (Differentiation und Elimination) ausreicht.

6. Von Herrn E. A. Wülfig (Heidelberg): „Der Viridin und seine Beziehung zum Andalusit“.

Der Viridin, ein durch seine intensiv grüne Farbe ausgezeichnetes Mineral, wurde vor sechs Jahren am Unteren Lindenbergweg bei Darmstadt von Berggraf Klemm gefunden und von ihm als eine Abart des Andalusits beschrieben. Auch war dieses Mineral, wie sich nachträglich herausstellte, schon 1896 im südlichen Schweden gefunden und ebenfalls als eine Andalusitvarietät angesprochen worden. Indessen hat die jetzige Untersuchung ergeben, daß der Viridin vom Andalusit zu trennen ist. Allerdings sind die chemischen Zusammensetzungen sehr ähnlich, da der Viridin sich nur durch einen kleinen Mangan- und Eisengehalt von Andalusit unterscheidet. Aber die übrigen Eigenschaften des Viridins, insbesondere die optischen Verhältnisse, die der Verfasser hier genauer untersucht, weichen doch so stark von Andalusit ab, daß der Viridin als eine besondere Mineralspezies aufgefaßt werden muß. Das in der Natur vorkommende einfache Tonerdesilikat mit gelegentlicher Vertretung eines Teils der Tonerde durch Manganoxyd oder Eisenoxyd war bis dahin trimorph, nämlich als Andalusit, Disthen und Sillimanit bekannt. Zu ihm gesellt sich nunmehr als neue Art der Viridin, so daß eine Tetramorphie des einfachen Tonerdesilikates anzunehmen ist.

Es folgen einige geschäftliche Verhandlungen und Mitteilungen des Sekretärs sowie die Bewilligung von 400 M. zur Unterstützung eines wissenschaftlichen Unternehmens.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

7. Juli. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr v. Seeliger legt vor eine Abhandlung von Prof. Großmann in München: „Untersuchungen über die astronomische Refraktion“. Die Klasse beschließt Aufnahme in die Abhandlungen.

2. Herr P. v. Groth bespricht die Entstehung der durch ihre Bergkristalle und andere Mineralien bekannten sogenannten Mineralklüfte der Zentralalpen und legt eine darauf bezügliche Arbeit von J. Koenigsberger über die Minerallagerstätten von Valz-Platz in Graubünden nebst einer geologischen Karte dieses Teiles des Adulamassivs mit Angabe der Mineralfundorte zur Publikation in den Abhandlungen vor.

3. Herr R. Willstätter spricht: „Über Cocain und Atropin.“ (Wird später veröffentlicht.)

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 51.

21. Dezember 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Struktur des Windes. Von Privatdozent Dr. R. Seeliger, Berlin-Charlottenburg. S. 749.
Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Landeskundliche Forschungen in Polen. S. 756.
Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten der Biologie:

Die sekundären Geschlechtsmerkmale. Weiteres zur Vitaminfrage. Gibt es lebenswichtige Pyridinverbindungen. Ernährungsphysiologische Untersuchungen zur Vitaminfrage. S. 757—760.

Das konzentrierte Licht
Osram-AZO

Gasgefüllte Lampen
bis 2000 Watt



Neue Typen:

Osram-Azola
Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

Nur das auf dem Glasballon
eingestanzte Wort **Osram**
bürgt für das Fabrikat der
Auer-Gesellschaft, Berlin O. 17
Überall erhältlich!

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Arzneipflanzen-Merkblätter des K. Gesundheitsamts

bearbeitet in Gemeinschaft mit
der Deutschen Pharmazeutischen



dem Arzneipflanzen-Ausschuß
Gesellschaft Berlin-Dahlem.

1. Allgemeine Sammelregeln — 2. Bärentraubenblätter — 3. Herbstzeitlosensamen —
4. Bitterkleeblätter — 5. Arnikablüten — 6. Huflattichblätter — 7. Kamillen —
8. Löwenzahn — 9. Wildes Stiefmütterchen — 10. Kalmuswurzel — 11. Schafgarbe —
12. Ehrenpreis — 13. Stechapfelblätter — 14. Tausendgüldenkraut —
15. Quendel — 16. Hauhechelwurzel — 17. Wollblumen — 18. Rainfarn —
19. Eisenhut (Akonit) -Knollen — 20. Malvenblüten und -blätter — 21. Wermutkraut —
22. Tollkirschenblätter — 23. Fingerhutblätter — 24. Bilsenkrautblätter —
25. Wacholderbeeren — 26. Bibernellwurzel — 27. Schachtelhalm — 28. Isländisches Moos —
29. Steinkleeblatt — 30. Bärlappsporen — 31. Katzenpfötchenblüten —
32. Blätter und Blüten zur Teebereitung.

Preis jedes Merkblattes 10 Pf. (einschließlich Porto und Verpackung 15 Pf.); 20 Exempl. eines Merkblattes M. 1.20, 100 Exempl. eines Merkblattes M. 4.— (zuzügl. Porto).

Buchausgabe aller 32 Merkblätter auf besserem Papier in festem Umschlag. Preis M. 1.80.

Die lange Dauer des Weltkrieges zwingt uns, wie auf manchen anderen Gebieten so auch auf dem der Beschaffung der Heilpflanzen, uns vom Ausland unabhängig zu machen und für eine Reihe der wichtigsten Arzneimittel die reichen Bestände von einheimischen Arzneipflanzen für die Versorgung unseres Volkes heranzuziehen.

Die Herbeischaffung der großen für die Darstellung der Arzneimittel erforderlichen Pflanzenmengen ist jedoch nur dann in genügendem Maße gesichert, wenn die mit der Kenntnis der Pflanzen vertrauten Kreise, Apotheker vor allem, tätig dabei mitwirken.

Im Hinblick auf die Notwendigkeit, die Versorgung unseres Volkes mit Arzneimitteln sicherzustellen, ist es dringend erwünscht, auf eine Verbreitung der Merkblätter über Arzneipflanzen in weitestem Umfang hinzuwirken und besonders die Verteilung der Merkblätter in Stadt und Land, in Schule und Haus zu fördern. Nur wenn auch in kleinen und kleinsten Gemeinden das Verständnis für die Wichtigkeit dieser Frage geweckt wird, ist eine ausreichende Beschaffung von Arzneikräutern gewährleistet. Es erwächst hier den Apothekern, Ärzten, den Landpfarrern und den Lehrern an Volks-, Mittel- und höheren Schulen eine wichtige und dankenswerte Aufgabe.

Für die das Sammeln der Pflanzen Überwachenden ist die Ausgabe in Buchform auf besserem Papier bestimmt.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Struktur des Windes

Von Privatdozent Dr. R. Seeliger,
Berlin-Charlottenburg.

Für den naiven Beobachter ist der Wind, die Strömung der Luft in der freien Atmosphäre, gekennzeichnet durch zwei Bestimmungsstücke, durch seine Geschwindigkeit und seine Richtung, und diese beiden sind es denn auch, welche man in der gesamten älteren meteorologischen Literatur allein erwähnt findet und welche in dem Beobachtungsmaterial der zahlreichen Wetterwarten aufgezeichnet sind. Erst in neuester Zeit ist man darauf aufmerksam geworden, daß die Strömung der Luft im Winde in Wirklichkeit ein äußerst komplizierter Vorgang ist, der erschöpfend erst durch eine Reihe intimerer Eigenschaften beschrieben werden kann: Der Vektor der Windgeschwindigkeit liegt nicht für längere Zeit fest im Raum, sondern er schwankt nach Größe und Richtung dauernd um Mittelwerte. Diese Schwankungen nun bezeichnet man heute zusammenfassend als Struktur oder Textur des Windes, wohl auch als Böigkeit, Windunruhe oder Turbulenz (in englischen Arbeiten als gustiness oder internal work, in französischen als irrégularités). Man ist zu dieser Erkenntnis, wie gesagt, erst verhältnismäßig spät gelangt; während die Windstruktur noch vor etwa 10 Jahren sich nur gelegentlich, gewissermaßen als Kuriosum erwähnt findet, ist ihr Studium heute zu einem wichtigen und beachtenswerten Kapitel der Aerologie geworden, dessen Bedeutung namentlich auch für die Flugtechnik nicht mehr unterschätzt werden kann. Daß es sich nun hier um Vorgänge handelt, deren Untersuchung experimentell wie theoretisch auch dem reinen Physiker eine Reihe höchst reizvoller und interessanter Probleme zu lösen gibt, möchte ich im Folgenden zeigen und zugleich eine kurze Übersicht über das bisher Erreichte geben.

§ 1. Die Beobachtungsmethoden.

Bei aufmerksamer Beobachtung bemerkt man bereits ohne besondere Apparate, lediglich durch eine gefühlsmäßige Abschätzung (etwa durch den Winddruck gegen das Gesicht oder durch die Gehörwahrnehmungen, welche beim Vorbeistreichen des Windes an den Ohrmuscheln entstehen), die ständigen und rasch aufeinanderfolgenden Schwankungen der Windgeschwindigkeit, und ebenso kann man an jeder guten Windfahne die dauernden Schwankungen der Wind-

richtung erkennen. Zu einer über diese bloße Konstatierung der Struktur des Windes hinausgehenden quantitativen Analyse benötigt man nun naturgemäß besondere Apparate und zum Teil völlig neue Untersuchungsmethoden. Dank dem Interesse, welches die Technik an diesen Untersuchungen hat, sind nun bereits eine Anzahl derartiger Apparate (sogenannte Böenschreiber) erfunden und ausgeführt worden¹⁾, die auch mehr oder minder gut ihren Zweck erfüllen, nämlich die Geschwindigkeits- und Richtungsschwankungen fortlaufend zu registrieren. Das gemeinsame allen zugrunde liegende Prinzip ist, den Winddruck auf einen Körper als Funktion der Zeit aufzuzeichnen oder genauer, eine Arbeit des Winddruckes p zu transformieren in die kinetische Energie T eines bewegten mechanischen Systems, nämlich des Schreib- oder Zeigerwerkes, welches die Aufzeichnungen bewerkstelligt. Aus dieser Sachlage kann man nun bereits ohne im einzelnen auf die recht komplizierte und noch wenig entwickelte Theorie der Böenschreiber eingehen zu müssen, gewisse generelle Überlegungen ableiten, die zu einer sachlichen Bewertung des Beobachtungsmaterials unerlässlich sind. Es handelt sich nämlich wie man ohne weiteres erkennt dabei um die Beantwortung der folgenden beiden Fragen: 1. in welcher Weise hängt der zur Wirkung kommende Winddruck p ab von der am Beobachtungsort herrschenden Windgeschwindigkeit v , und 2. in welcher Weise wird der zeitliche Verlauf von p durch die Transformation im Apparat verzerrt. Weiß man über diese beiden Punkte Bescheid, so kann man aus den erhaltenen Aufzeichnungen durch eine mehr oder minder komplizierte Reduktion die gesuchten zeitlichen Veränderungen von v erhalten. Leider liegen nun die Verhältnisse in den meisten Fällen so, daß man keine der beiden obigen Fragen in Strenge beantworten kann oder daß die genannte Reduktion eine für die Praxis zu komplizierte Form annehmen würde; andererseits wird man aber nicht vergessen dürfen, daß die Erfüllung der Forderung, den Vektor v in allen Einzelheiten als Funktion der Zeit kennen zu lernen, den idealen und für viele Zwecke nicht einmal erstrebenswerten Grenzfall des Erreichbaren darstellt, und daß sich auch ohnedem bei vorsichtiger Interpretation des Beobachtungsmaterials bereits recht wertvolle Schlüsse ziehen lassen.

Die bis jetzt im Gebrauch befindlichen Böenschreiber benutzen nun entweder den Winddruck direkt dazu, um materielle Systeme in Bewegung zu setzen (als Typ die Oslersche Druckplatte und das Robinsonsche Schalenkreuz), oder sie nehmen

den hydrodynamischen Druck im bewegten Luftstrom in der seit langem bekannten Weise durch geeignete Staugeräte auf und messen ihn manometrisch im eigentlichen Registrierapparat (als Typ der Böenschreiber von *Fueß* und das Pitot-Tube-Anemometer von *Dines*). In beiden Fällen läßt sich der Zusammenhang zwischen p und T — siehe oben, Frage 2 — wenigstens prinzipiell angeben aus bekannten Sätzen der Mechanik über die erzwungene Bewegung träger und gedämpfter Systeme unter der Wirkung einer aufgeprägten zeitlich variablen Kraft. Durch Benutzung von Systemen mit genügend kleiner Masse, mit aperiodischer Dämpfung und mit genügend großer Eigenfrequenz — drei Forderungen, auf deren Erfüllung bei den wenigsten Konstruktionstypen genügend Wert gelegt ist — läßt sich die Verzerrung der Druckaufzeichnung in erträglichen Grenzen halten. Schwieriger und umständlicher ist nun die Beantwortung der ersten der oben formulierten Fragen nach dem Zusammenhang zwischen p und v . Da v ein Vektor ist, lassen sich seine zeitlichen Variationen natürlich nur beschreiben durch die Bahn, welche der Endpunkt des Vektorstrahles im Raum beschreibt, praktisch also durch die simultane Aufzeichnung seiner drei Komponenten oder dreier äquivalenter Größen. Der Winddruck auf eine Fläche (und Analoges gilt für den von einem Staugerät aufgenommenen Druck) hängt nun aber in recht komplizierter und theoretisch noch nicht vollständig faßbarer Weise ab von der Neigung des Geschwindigkeitsvektors gegen die Flächennormale bzw. gegen eine Symmetrieachse des Staugerätes, ist aber im übrigen proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit. Daraus ergibt sich unmittelbar, daß man im allgemeinen nicht in der Lage sein wird, in einfacher Weise durch eine Analyse der Drucke die zeitliche Änderung des Geschwindigkeitsvektors zu untersuchen. Erst durch drei simultane Aufnahmen mit drei nach verschiedenen festen Richtungen im Raum orientierten Apparaten würde man nach einer mühsamen Reduktion das Gewünschte erhalten. Man hat sich in der Praxis über diese Schwierigkeiten einigermaßen hinweggeholfen entweder durch die Verwendung von Staugeräten mit relativ einfachen Neigungseigenschaften oder häufiger dadurch, daß man die Geschwindigkeits- und die Richtungsschwankungen gesondert registrierte. Die letzteren durch eine mit Registriervorrichtung versehene Windfahne, die ersteren durch Staugeräte, welche ebenfalls mit einer Windfahne verbunden und so stets in die Richtung des Windes gestellt werden. Implizite ist natürlich dabei das Problem von vornherein von dem allgemeinen dreidimensionalen auf ein zweidimensionales reduziert und angenommen, daß die Windrichtung wesentlich in einer Ebene, nämlich in der horizontalen, verläuft. Die Windfahne gibt dann die Richtung der Geschwindigkeit in der zu ihrer Drehachse senkrechten Ebene, das Staugerät zeigt Drucke

an, welche jeweils proportional sind dem Quadrat des absoluten Wertes der Geschwindigkeit.

Es würde hier zu weit führen, die Theorie der Böenschreiber²⁾ und die verschiedenen, zum Teil sehr hübsch erdachten Konstruktionen im einzelnen zu verfolgen. Man wird aber bereits aus den gegebenen Ausführungen erkennen, daß es hier gar vielerlei zu beachten gibt und daß man an Hand sorgfältiger Überlegungen verhältnismäßig einfach zu Untersuchungsmethoden kommen kann, welche auch strengerem Anforderungen genügen; Sache der ausführenden Konstrukteure wird es dann sein, sich hier die vom Physiker gegebenen Richtlinien zunutze zu machen. Es sind nun in letzter Zeit zwei Methoden ausgearbeitet und auch bereits in der Praxis verwendet worden, welche nicht nur viele der eben besprochenen Schwierigkeiten vermeiden, sondern auch auf prinzipiell anderen Grundlagen beruhen; auf diese müssen wir deshalb noch kurz eingehen. Während die bisher besprochenen Methoden letzten Endes alle auf der Messung eines Druckes beruhten, kann man auch versuchen, direkt die im Winde transportierte Luftmenge zu messen. Am einfachsten geschieht dies nun, indem man die abkühlende Wirkung des Luftstromes auf einen elektrisch geheizten (dünnen) Draht zu Hilfe nimmt und die Temperatur des Drahtes etwa aus seinem Widerstand bestimmt. Dieses Prinzip haben *Gerdien* und *Holm* ihrem Anemokinographen zugrunde gelegt³⁾, und es ist ihnen in der Tat gelungen, die mannigfachen praktischen Schwierigkeiten zu überwinden und einen Apparat zu schaffen, welcher allen Anforderungen nicht nur der Praxis, sondern auch der wissenschaftlichen Erforschung der Windstruktur genügen dürfte. Die zweite der genannten Methoden rührt von *Barkow* her und beruht auf einem wiederum anderen und neuen Gedanken. Mit Thermoelementen von sehr kleiner Kapazität konnte *Barkow*⁴⁾ im Winde dauernde kleine Temperaturschwankungen (Amplitude von der Größenordnung 0,1°) feststellen und so der bisher betrachteten „mechanischen“ Struktur eine „thermische“ an die Seite stellen. Das interessante, mit dieser thermischen Struktur wohl zusammenhängende Phänomen der astronomischen und terrestrischen Scintillation können wir hier leider nur erwähnen und auf die diesbezügliche Literatur hinweisen⁵⁾. Zum Schluß möchte ich endlich noch auf ein neues, von *Galitzin*⁶⁾ in Vorschlag gebrachtes Prinzip der Druckmessung hinweisen, das vielleicht geeignet ist, manche der oben genannten Schwierigkeiten zu vermeiden. Es beruht auf der Erregung piezoelektrischer Ladungen in Kristallen und würde — sollte eine Steigerung der Empfindlichkeit bis zu dem für unsere Zwecke notwendigen Maß möglich sein — alle Schwierigkeiten beseitigen, welche aus der mechanischen Trägheit der bisher benutzten Anordnungen entspringen. Denn an Stelle der dynamischen Methode wäre damit eine statische

getreten, bei welcher alle Massenverschiebungen in der Tat praktisch ausgeschaltet sind.

Die bisher besprochenen Methoden sind nun alle nur anwendbar, solange man Gelegenheit hat, die erforderliche Apparatur stabil aufzustellen, d. h. sie sind beschränkt auf Untersuchungen am Erdboden oder in den untersten Schichten der Atmosphäre, soweit diese von einem festen Standpunkt aus erreichbar sind. Sieht man ab von Beobachtungen auf Bergobservatorien, in denen die Nähe beträchtlicher fester Massen und Flächen die Strömungsverhältnisse jedenfalls wesentlich gegen die in der freien Atmosphäre herrschenden verändert, so ist man also beschränkt auf die relativ geringen Höhen, welche auf Türmen und Gerüsten zugänglich sind. Wenn sich nun hier auch manche wertvollen Resultate ergeben haben (wie sie etwa *Dines* auf seiner Station Pyrtou Hill auf einem 30 m hohen Turm oder verschiedene Beobachter auf dem schlanken Eiffelturm erhalten haben), und wenn auch die luftigen Gittermasten der Stationen für drahtlose Telegraphie geradezu ideale Beobachtungspunkte abzugeben versprechen, so wird man naturgemäß doch wünschen, in größere Höhen frei vordringen zu können. Die hier in Betracht kommenden Methoden sind nun leider noch wenig ausgebaut und beschränken sich auf noch recht rohe und summarische Verfahren, nämlich auf die Mitnahme von Kontaktanemometern durch Drachen⁷⁾ (wohl der beste und allein exakte Resultate liefernde Weg), auf die trigonometrische Verfolgung der Bewegung frei steigender oder gefesselter kleiner Ballons (sogen. Piloten) und auf einen Vorschlag von *Dines*, die zeitlichen Änderungen des Gesamtwinddruckes auf einen Drachen durch dynamometrische Messungen der Spannung des Haltedrahtes zu ermitteln.

§ 2. Die Beobachtungsergebnisse⁸⁾.

Ehe wir nun zu einer kurzen Besprechung des Beobachtungsmaterials übergehen, müssen wir den Begriff der Windstruktur etwas genauer fassen, da wir bisher stets nur generell von Richtungs- und Geschwindigkeitsschwankungen gesprochen haben. Die genauere Analyse hat nämlich nicht nur gezeigt, daß es eine große Mannigfaltigkeit der Form dieser Schwankungen gibt, sondern daß sich diese in gewisse Typen einordnen lassen und daß von diesen Typen eine ganz bestimmte im engeren Sinne als Struktur des Windes in dem hier stets gemeinten Sinn zu bezeichnen ist. Natürlich gibt es in der Natur zwischen diesen einzelnen Typen alle möglichen Übergänge und Superpositionen, so daß man schematisierend dieselben erst voneinander trennen muß; eine solche Trennung erweist sich jedoch als sachlich begründet und über einen bloßen Formalismus hinausgehend, wenn man zugleich die meteorologischen Verhältnisse berücksichtigt, unter denen die einzelnen Typen in möglichst reiner Form

auftreten. Wir wollen uns im Folgenden an *Dines* anschließen, der in recht klarer Weise, gestützt auf ein großes Beobachtungsmaterial, drei derartige typische Formen unterscheidet, nämlich die folgenden: 1. die gewöhnliche Böigkeit des stetigen Windes (ordinary gustiness), rasche Variationen der Geschwindigkeit des Windes bei praktisch konstanter oder nur langsam veränderlicher mittlerer Geschwindigkeit. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Windstößen sind von der Größenordnung einer Sekunde. 2. Periodische oder unregelmäßige Änderungen (Periodic or spasmodic variations), die in Intervallen von mehreren Minuten bis zu einigen Stunden aufeinander folgen und ihre Entstehung dem Vorüberziehen von Teildepressionen zu verdanken scheinen. 3. Die isolierten Böen (isolatic squalls), die seit langem in der Meteorologie als Begleiterscheinung von Unwettern aller Art bekannt sind. Im wesentlichen zu derselben Einteilung ist übrigens kürzlich auch *Robitzsch*⁹⁾ gelegentlich einer statistischen Bearbeitung der Lindenberg-Messungen gekommen; insbesondere scheinen mir hier auch die Strukturtypen der zweiten Art, die *Robitzsch* in weiterer Spezialisierung in „Windstufen“ und „Periodizitäten“ unterteilt und näher studiert hat, dynamisch interessant zu sein. Da nun die Typen der dritten und wohl auch der zweiten Art an gewisse charakteristische „Wetterlagen“ gebunden sind, wollen wir sie zusammenfassend als meteorologische Böen bezeichnen und ihnen den Typus der ersten Art (bei *Robitzsch* als „normal böiger“ Wind bezeichnet) gegenüberstellen, der nicht nur in speziellen Fällen auftritt, sondern stets zu beobachten ist, wenn Luftmassen strömen, und sich so als eine allgemeine Eigenschaft des Windes, eben als dessen Struktur, dokumentiert. Die Aufgabe der näheren Untersuchung ist es, zu ermitteln, ob und in welchem Maß auch hier die meteorologischen Verhältnisse hineinspielen oder zu einer Erklärung herangezogen werden müssen, oder ob es sich lediglich um eine sozusagen physikalische Eigenschaft strömender Luft handelt. Parallel mit derartigen genetischen Fragen muß natürlich das Studium der Eigenschaften der Struktur an sich gehen, so daß sich von selbst die Gesichtspunkte zur Besprechung des Beobachtungsmaterials ergeben.

Was zunächst die Form der Schwankungen anlangt, so liegen hierüber im einzelnen etwa im Sinne einer harmonischen Analyse noch keine Resultate vor; es würden sich hier auch in besonders starkem Maß die oben besprochenen Unvollkommenheiten der bisher benutzten Böenschreiber bemerkbar machen. Der einzige Apparat, welcher in dieser Richtung brauchbare Resultate liefern könnte, ist der Anemokinograph von *Gerdien* und *Holm*, für den jedoch noch keinerlei Resultate veröffentlicht worden sind und dessen allgemeiner Verwendung der hohe Preis hemmend im Wege stehen dürfte. Soweit sich das aus

einigen mir von den genannten Herren freundlichst überlassenen Diagrammen ersehen läßt, scheinen irgendwelche Gesetzmäßigkeiten im zeitlichen Ablauf der Schwankungen wenn überhaupt so jedenfalls nur recht versteckt vorhanden zu sein. Das einzige, was sich generell hier bis jetzt sagen läßt ist einmal, daß die Amplitude und die Dauer der Schwankungen im Mittel für längere Zeit, oft für mehrere Stunden, bemerkenswert konstant bleibt, ein Verhalten, das insbesondere für die thermische Struktur auch *Barkow* hervorhebt. Ein zweiter Punkt ist, daß zwischen den Richtungs- und den gleichzeitigen Geschwindigkeitsschwankungen kein engerer Zusammenhang zu bestehen scheint. An manchen Tagen sind große prozentuelle Amplituden der Geschwindigkeit von nur kleinen Richtungsänderungen begleitet, während an anderen gerade das Umgekehrte der Fall ist; eine ähnliche Unabhängigkeit hat *Barkow* auch zwischen der mechanischen und der thermischen Struktur festgestellt. Ein drittes Resultat endlich betrifft den Zusammenhang zwischen der mittleren Windgeschwindigkeit und der Größe der Amplituden. Sowohl die der Richtung wie die der Geschwindigkeit nehmen zu mit zunehmender mittlerer Geschwindigkeit. Die Richtungsschwankungen scheinen bei größeren Windstärken langsamer zuzunehmen und einem Maximum (im Mittel etwa 60 %) zuzustreben, während die Geschwindigkeitsamplituden praktisch linear anwachsen nach dem numerischen Gesetz: mittlere Amplitude = $0,5 \times$ mittlere Geschwindigkeit. Diese namentlich in quantitativer Beziehung noch recht dürftigen Angaben sind nun inzwischen in wichtigen Punkten ergänzt und erweitert worden durch die Resultate der bereits erwähnten Arbeit von *Robitzsch*. *Robitzsch* hat die zweijährigen Aufzeichnungen des neuen Lindenberger Strukturmessgerätes (eines zwölfschaligen Robinsonkreuzes von bemerkenswert geringer Masse mit kontinuierlicher Federregistrierung) statistisch bearbeitet und eine Reihe quantitativer Gesetzmäßigkeiten ableiten können, deren Mitteilung in extenso hier jedoch aus militärischen Gründen leider unterbleiben muß. Es handelt sich dabei um vornehmlich für die Aeronautik wichtige Folgerungen aus dem allgemeinen Resultat der Untersuchung, nämlich aus der Ableitung eines allgemeinen Verteilungsgesetzes der Extremwerte, dessen Kenntnis für spätere theoretische Überlegungen von Bedeutung sein wird. Eine andere Folgerung hatten wir — wie noch bemerkt sei — bereits oben in dem (Integral-) Gesetz für die mittlere Schwankungsamplitude kennen gelernt, wobei ich dahingestellt lassen möchte, ob das (noch unpublizierte) Lindenberger Material hier zu genau demselben quantitativen Zusammenhang führt, wie die oben benutzten und vermutlich mit etwas trägeren Instrumenten (Anemokinograph und hydrodynamischer Böenschreiber) angestellten Messungen.

Ähnlich, wie für die Schwankungen in der Horizontalebene, auf welche allein sich diese Angaben beziehen, dürften sich auch die Schwankungen der Vertikalkomponente verhalten¹⁰⁾, wenngleich hierüber eingehende Untersuchungen noch fehlen; daß aber auch in den bodennahen Schichten der Atmosphäre eine merkliche Vertikalströmung existiert, ist mehrfach festgestellt, ebenso daß sie denen der Horizontalkomponente ganz analoge Struktur zeigt. Allerdings handelt es sich dabei nur um vergleichsweise kleine Schwankungen, da die Neigung des Windes gegen die Erdoberfläche im Mittel nur um wenige Grade hin und her pendelt und nur in vereinzelt Fällen etwa 20° erreicht. Noch gar nicht untersucht ist leider, worauf ich zum Schluß noch hinweisen möchte, die wichtige Frage nach der „räumlichen“ Struktur des Windes, d. h. nach dem Grade der zeitlichen Übereinstimmung der Struktur an verschiedenen Punkten. Einige orientierende Versuche haben gezeigt, daß jedenfalls schon in zwei Punkten im gegenseitigen Abstand von 100 m (senkrecht zur mittleren Windrichtung gemessen) die zeitlichen Strukturen kaum mehr Ähnlichkeiten zeigen.

Wenn nun trotz vieler Lücken, wie wir soeben sahen, immerhin einiges Material für die bodennahen Schichten beigebracht worden ist, liegt die Erforschung der Strukturverhältnisse in den höheren Schichten noch recht im argen. Definiert man die Struktur entsprechend den noch wenig entwickelten Untersuchungsmethoden für größere Höhen summarisch durch den sogen. „Böigkeitsfaktor“, d. h. durch das Verhältnis der mittleren Amplitude zur mittleren Windgeschwindigkeit, so lassen sich die vorliegenden Ergebnisse dahin zusammenfassen, daß dieser Faktor erst rasch, dann langsamer abnimmt und schließlich nahezu konstant zu werden scheint. In 70 m Höhe über dem Erdboden hat er noch etwa 70 % des Wertes in 10 m Höhe, nimmt dann bis etwa 800 m weiter ab auf etwa 30 % und scheint diesen Wert bis zu den untersuchten größten Höhen von rund 1200 m zu behalten. Es wäre natürlich zur theoretischen Beurteilung der ganzen Strukturfrage von großer Wichtigkeit, auch über die Verhältnisse in noch erheblich größeren Höhen wenigstens Anhaltspunkte zu haben oder wenigstens zu wissen, ob der Wind dort überhaupt strukturiert ist oder nicht, und unter diesen Umständen wird auch der geringste Hinweis willkommen sein müssen. Gelegentliche Beobachtungen im Freiballon oder im Flugzeug, Unregelmäßigkeiten in der Bewegung von Pilotballons und die wirbelige Struktur mancher Wolken mögen in dieser Richtung deuten, ebenso wie die wenig angenehmen Gefühle bei den sogenannten Schaukelfahrten im Flugzeug oder im Luftschiff; doch alles dies läßt schwer entscheiden, ob dabei die eigentliche Struktur des Windes in dem oben festgelegten Sinn in Frage kommt. Aufschluß darüber kann uns aber vielleicht eine Tatsache zunächst scheinbar ganz

anderer Art geben, auf welche wir deshalb kurz eingehen müssen. Es ist bekannt, daß manche Vögel, wie z. B. der Mauersegler, die Möwe, die Raubvögel der Alpen und in besonders schöner Weise der Kondor der südamerikanischen Küstengebirge, sich lange in derselben Höhe schwebend halten können ohne einen einzigen Flügelschlag zu tun. Diese Art des Fliegens, die man als Segelflug bezeichnet, bietet nun bei näherem Zusehen großes Interesse, welches über das eines rein ornithologischen Problems erheblich hinausgeht; es mag der Hinweis genügen, daß ein Mann wie *Rayleigh* eine Beschäftigung mit dieser Frage der Mühe wert gehalten hat und daß man noch heute von einer Einsicht in den Mechanismus des Segelfluges weit entfernt ist. Eine Theorie, die von *Langley* herrührt und insbesondere von *Lanchester* weiter ausgebaut worden ist¹¹⁾ sieht nun die Energiequelle für den Segelflug eben in der Struktur des Windes und nimmt an, daß der segelnde Vogel — analog etwa dem bekannten gaskinetischen Dämon *Maxwells* — imstande ist, aus den über den Mittelwert hinausgehenden Pulsationen des Windes Energie zu entnehmen. Sollte diese Annahme richtig sein, so würden wir in der Tat schließen können, daß der Wind auch noch in den großen Höhen, in denen z. B. der Adler oder Kondor seine Kreise zieht, strukturiert ist.

Wir haben uns bisher lediglich mit den Eigenschaften der Windstruktur beschäftigt und wollen nun dazu übergehen, nach den Ursachen dieser Erscheinung, also insbesondere nach genetischen Zusammenhängen mit meteorologischen Faktoren zu suchen. Zunächst ist hierzu zu bemerken, daß die Struktur *et. par.* ohne Zweifel abhängt von der Wahl des Beobachtungsortes; diese Abhängigkeit läßt sich dahin charakterisieren, daß bei gleicher mittlerer Geschwindigkeit und tunlichster Gleichartigkeit der meteorologischen Verhältnisse die Amplitude der Richtungs- und Geschwindigkeitsschwankungen auf der Leeseite von Hindernissen jeder Art (Unebenheiten des Terrains, Bäume, Häuser usw.) größer ist als auf der Luvseite. In besonders instruktiver Form ist dies z. B. zu erkennen aus den schönen Anemographendiagrammen, welche *Dines* von Gibraltar mitgeteilt hat und welche aufs deutlichste den Einfluß des mächtigen Felsblockes dieser Festung zeigen. Von größerer Tragweite als diese an sich plausiblen Feststellungen sind nun naturgemäß Beobachtungen über den Zusammenhang zwischen der Struktur und den eigentlichen meteorologischen Faktoren. Trägt man graphisch für einen Beobachtungsort die mittlere Windgeschwindigkeit als Abszisse, die mittleren Schwankungen als Ordinaten (gemittelt etwa über eine Zeit von jeweils 10 Minuten) auf, so erhält man, wie wir bereits wissen, im Mittel eine Gerade unter etwa 30° Neigung; um diese ausgeglichene Kurve gruppieren sich die einzelnen Beobachtungswerte mit einer gewissen Streuung, welche zum Teil den bei

verschiedenen Windrichtungen verschiedenen Einfluß der Umgebung repräsentiert, zum Teil aber anderen noch unbekannten Ursachen zuzuschreiben ist. Die mittlere Amplitude für eine bestimmte Windrichtung ist also eine Funktion nicht nur der mittleren Geschwindigkeiten v sondern auch gewisser anderer Größen K_v , welche den Zustand der Atmosphäre zur Zeit der Beobachtung definieren, d. h. eigentlich meteorologischen Charakters sind. Als erste Erkenntnis ist nun zu erwähnen, daß die Größen K_v offenbar nicht die gewöhnlichen meteorologischen Elemente Temperatur, Feuchtigkeit und Luftdruck sind; wenn dies auch sicherlich von verschiedenen Seiten konstatiert worden sein dürfte, darf ich mich hier in Ermangelung mir bekannter Literaturstellen auf eine eigene Bearbeitung der über fast zwei Jahre reichenden Aufzeichnungen des Böenschreibers zu Hannover berufen, welche keinerlei derartigen Einfluß erkennen ließen. Die Struktur des Windes ist also nicht oder nicht allein bestimmt durch die physikalischen Konstanten der im Winde bewegten Luftmassen, sondern sie muß noch abhängen von anderen weniger einfachen Faktoren. Einige von diesen, wenn auch wohl nicht alle, aufzufinden, ist nun *Bar-kow* gelungen¹²⁾. Seine systematische Bearbeitung der Aufzeichnungen des Potsdamer Kinemographen und der dortigen registrierenden Windfahne ergab eine deutliche Abhängigkeit der Größe der Richtungs- und Geschwindigkeitsamplituden von der Tageszeit und der Bewölkung, welche sich dann übersetzen ließ in eine solche von der Intensität der Sonnenstrahlung und insbesondere der vertikalen Temperaturverteilung in den untersten Luftschichten. Zusammenfassend ergab sich endlich, daß von maßgebender Bedeutung für die Windstruktur das Auftreten vertikaler Luftströmungen ist. Daß es sich dabei um eine hinreichende Ursache handelt, scheint durch diese Untersuchungen sichergestellt zu sein, dagegen ist es eine noch offene Frage, ob auch um eine notwendige oder um die einzige. Wie man bald erkennt, ist die Struktur des Windes eben eine außerordentlich variable Größe, welche sicher nicht nur von den Verhältnissen am Beobachtungsort abhängt; ein eingehender Vergleich von Strukturmessungen und der Resultate simultaner Drachenaufstiege würde z. B. sicherlich Zusammenhänge solcher Art ergeben, wie ich das aus einigen dahin deutenden eigenen Beobachtungen annehme. In demselben Sinn weisen jedenfalls auch die interessanten Beziehungen zwischen der Struktur des Windes und zwischen der inneren Reibung der Atmosphäre, auf die kürzlich *Bar-kow* hingewiesen hat.

§ 3. Theoretische Betrachtungen¹³⁾.

Ehe wir nun zu theoretischen Betrachtungen über die Windstruktur übergehen, mögen einige generelle Bemerkungen Platz finden, die zur richtigen Bewertung des folgenden dienlich sein wer-

den. Der gasförmige Zustand der Atmosphäre bedingt bekanntlich, daß die Strömungsverhältnisse in derselben in Strenge nur gegeben sind durch die hydrodynamischen Differentialgleichungen in deren allgemeinsten Form, also nur unter Berücksichtigung der Kompressibilität und der Reibungsglieder; damit ist für den Kenner der hydrodynamischen Literatur ohne weiteres die Gesamtheit der einer theoretischen Untersuchung entgegenstehenden Schwierigkeiten gekennzeichnet. Diese für eine strenge mathematische Behandlung der Dynamik der Atmosphäre — wie man ohne Übertreibung wohl sagen darf — hoffnungslose Sachlage läßt sich nun zwar durch gewisse physikalisch berechnete Vereinfachungen erheblich günstiger gestalten, so daß es in der Tat vielfach gelingt, durch Näherungsmethoden weiter zu kommen; teils versagen diese Methoden aber gerade in unserem Fall, teils führen sie immer noch zu derartigen Komplikationen, daß die wirkliche Anwendung derselben kaum mehr lohnen dürfte. Wir wollen uns deshalb von vornherein der speziellen uns hier interessierenden Fragestellung anpassen und zusehen, welche Aufschlüsse wir aus einer sinngemäßen Benutzung anderwärts gesammelter Erfahrungen erhalten können, nicht etwa um eine mathematische Theorie aufzubauen, sondern um zu einem physikalischen Verständnis der Windstruktur zu kommen. Wir benötigen dazu zunächst natürlich eine Präzisierung der Aufgabe, die wir, um den Anschluß an bereits Bekanntes zu gewinnen und die Verhältnisse möglichst übersichtlich zu gestalten, tunlichst im Sinne der theoretischen Hydrodynamik vornehmen. Von diesem Standpunkt aus ist die Windstruktur zu charakterisieren als eine Superposition kurzperiodischer Schwankungen über eine mittlere laminare Strömung und die Aufgabe als eine Erklärung von deren Entstehung aus physikalisch plausiblen oder anderweitig bekannten Ansätzen für die wirkenden Kräfte, für die Anfangs- und für die räumlichen Grenzbedingungen. Die Anfangsbedingungen sind zu betrachten als gegebene, d. h. auf bekannte Vorgänge in der Atmosphäre zurückführbare Störungen, die Grenzbedingungen als gegeben durch die Form und Lage aller in Betracht kommenden festen Grenzflächen und bekannte statische oder quasistationäre Struktureigenschaften der Atmosphäre. Als wirkende äußere Kräfte kommen eigentlich in Betracht die Schwerkraft und die ablenkende Kraft der Erdrotation; eine einfache Überlegung zeigt aber, daß wir ohne Schaden für das physikalisch Wesentliche die letztere überhaupt vernachlässigen, die erstere in die Entstehungsursache der oben genannten Störungen mit einbeziehen dürfen; mit anderen Worten, wir können die uns interessierenden Vorgänge als kräftefrei verlaufend ansehen und erreichen so natürlich eine ganz bedeutende Vereinfachung und Übersichtlichkeit. Endlich mag noch erwähnt werden, daß die hydrodynamischen Grundlagen selbst bedeutend verein-

facht werden können durch die Vernachlässigung der Kompressibilität; man kann leicht zeigen, daß die Atmosphäre hinsichtlich der Geometrie der in ihr verlaufenden Strömungen praktisch als inkompressibel zu betrachten ist für die in der Natur auftretenden Strömungsgeschwindigkeiten.

Nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen läßt sich nun verhältnismäßig kurz das wenige zusammenfassen, das sich über die Entstehung der Windstruktur bisher aussagen läßt, das aber immerhin einen Einblick in den Mechanismus derselben gibt. Zunächst erkennt man ohne weiteres aus der Kontinuitätsgleichung, daß die Form der Strömungslinien im Winde eine außerordentlich komplizierte sein muß; der Wind besteht gewissermaßen aus einem engen Netzwerk von Diskontinuitätsflächen und von Wirbeln,* welche bei der Aufrollung und Zerstörung jener sich bilden müssen. Dies geht auch hervor aus den hohen Werten für den Koeffizienten der inneren Reibung, welche sich in den hydrodynamischen Gleichungen für die mittlere Bewegung direkt aus gewissen Beobachtungsdaten ergeben haben und welche nur zu erklären sind, wenn man in den bekannten Integralausdrücken für die dissipierte Energie die Summe der in der Volumeinheit enthaltenen Rotationen sehr groß annimmt. Weiterhin folgt aus der Kontinuitätsgleichung, daß Schwankungen der Richtung oder der Geschwindigkeit allein nicht auftreten können, sondern daß Schwankungen der einen Art stets solche der anderen Art bedingen; es ist ein Hinweis auf diesen Punkt vielleicht nicht unnötig im Hinblick auf falsche Vorstellungen, die ich wiederholt gefunden habe, und die z. B. als mögliches Geschwindigkeitsfeld im Winde eine laminare Strömung mit räumlich variabler Geschwindigkeit nach Art ebener Expansionswellen annehmen.

Wenn wir nun im Sinne des eben entwickelten Programms als eine der Ursachen der Windstruktur primäre Störungen ansehen, so erhebt sich zuerst natürlich die Frage, wie sich solche Störungen in der Atmosphäre fortpflanzen, d. h. ob die räumliche und zeitliche Dämpfung derselben nicht zu groß ist, um auch noch die Wirkung entfernterer Störungsherde am Orte der Beobachtung merklich sein zu lassen. Man erkennt die Berechtigung einer solchen Frage, wenn man bedenkt, daß maßgebend für die Dämpfung nicht der sehr kleine Reibungskoeffizient μ der Luft ist, sondern der sogen. kinematische Reibungskoeffizient ν (= dem Verhältnis von μ zur Dichte) und daß dieser etwa 14-mal so groß ist als für Wasser. Einen ersten Anhalt gibt uns nun hier die Durchrechnung einfacher, mathematisch diskutabler Spezialfälle, so z. B. die Fortpflanzung und zeitliche Dämpfung periodischer Bewegungen oder allgemeiner durch Fouriersche Superposition die irgend einer Anfangsstörung, oder die Analyse des Eindringens der Winkelgeschwindigkeit in das Innere einer laminaren Strömung bei der Auflösung einer Diskontinuitätsfläche; man findet

beim Studium dieser Vorgänge in günstigen Fällen Dämpfungszeiten, die oft nach vielen Minuten zählen und Dämpfungstrecken von der Größenordnung mehrerer hundert Meter. Bei der Anwendung solcher Resultate auf die hier interessierenden Fragen ist nun aber stets zu bedenken, daß die Verhältnisse in der Atmosphäre immerhin wesentlich anders liegen als in den im Interesse der mathematischen Lösbarkeit meist stark idealisierten und vereinfachten Beispielen und daß gerade hier, wie eben meist bei einem Versuch praktischer Anwendung, der Gegensatz zwischen der mathematischen Hydrodynamik und der rauhen Wirklichkeit sich in recht bedenklicher Weise fühlbar machen wird. Zu einer direkten, so zu sagen bildhaften Vorstellung der tatsächlichen komplizierten Strömungsvorgänge kann man nun aber bis zu einem gewissen Grade gelangen, wenn man an die analogen Erscheinungen in strömendem Wasser anknüpft, wo alle diese Vorgänge dem Auge sichtbar sind; die Brücke von diesen zu jenen bilden die bekannten Sätze über mechanische Ähnlichkeit, die unter der oben gemachten Voraussetzung der kräftefreien Bewegung unmittelbar anzuwenden sind und in unserem Fall auszusagen, daß das Produkt aus Geschwindigkeit und linearer Dimension für Luft etwa 14-mal so groß ist als für Wasser. Transformieren wir nach dieser Vorschrift die Vorgänge in einem Fluß mit Hindernissen auf die Vorgänge im Windstrom, so erkennen wir, daß Störungen von plausibler Größenordnung noch in Kilometerentfernung von ihrem Entstehungsort durchaus merkbare Beiträge zur Windstruktur liefern werden.

Damit ist unmittelbar der Übergang zum zweiten Teil der Problemstellung, nämlich zur Frage nach der Natur jener primären Störungen gegeben, und wir können, um gleich bei der angezogenen Analogie mit strömenden Wassermassen zu bleiben, an erster Stelle die Strömungsherde in den mannigfachen festen Hindernissen erkennen, die dem Winde entgegenstehen, mögen dies nun Bäume, Häuser und Berge oder die sanften, stets vorhandenen Ungleichmäßigkeiten der Erdoberfläche sein; zugleich wird so die früher erwähnte Abnahme der Windunruhe mit wachsender Entfernung von der Erdoberfläche verständlich. Dazu kommen nun weitere Störungsursachen in den unregelmäßig aufsteigenden Luftströmungen, wie sie bei einem Wechsel der Bodenbeschaffenheit (wie in dem jedem Flieger bekannten Beispiel des sandigen von Wiesen und Wäldern umgebenen Flugplatzes) infolge der Sonnenbestrahlung, in Wolkenschatten und in vielen anderen Fällen auftreten. Eine dritte Ursache endlich werden wir in dem „schäumen“ Überstürzen der Helmholtzschen Luftwogen zu sehen haben, und diese wird namentlich in den höheren Luftschichten ohne Zweifel eine wesentliche Rolle spielen.

Wir haben damit zugleich eine neue, von den bisher besprochenen Störungen prinzipiell ver-

schiedene Ursache der Windstruktur berührt, nämlich die Luftwogen überhaupt. Es scheinen mir Luftwogen und wogenähnliche Strömungen in der Atmosphäre viel häufiger aufzutreten als man gewöhnlich annimmt und vor allem scheinen diese, wegen der Grenzbedingungen an der Erdoberfläche mit abnehmender Höhe mehr und mehr in ein lineares Pulsieren übergehend, bis dicht an den Boden herabzureichen; es mag genügen, hier an die bekannte und häufige Erscheinung der wogenden Kornfelder zu erinnern. Mit einer solchen Wogenbewegung hängen des weiteren zusammen die Geschwindigkeitsschwankungen, welche z. B. in einem stationären Strom mit wellenförmigen Stromlinien bei vertikalem Geschwindigkeitsgradienten auftreten. Nach den klassischen Ansätzen von *Helmholtz* ist nun eine Wogenbewegung allerdings nur zu erwarten an der gemeinsamen Grenze verschieden dichter Luftschichten. Demgegenüber würde der Wogenbildung eine viel umfassendere Rolle bei der Entstehung der Windstruktur zuzuteilen sein, wenn man — unter Berücksichtigung dissipativer Glieder in den Bewegungsgleichungen — die Bedingungen zur Ausbildung wogenähnlicher Strömungen allgemein als gegeben ansieht an der Grenze frei beweglicher Luftschichten und solcher, welche durch Hindernisse an freier Strömung gehindert, also träger sind. Derartige Verhältnisse liegen vor generell über allen festen Begrenzungen mit nicht glatter Oberfläche, besonders ausgeprägt über Wäldern und den Häusermassen der Städte oder in kleinerem Maßstabe über Wiesen, dichtbewachsenen Feldern, unruhigen Wasserflächen u. dgl., also jedenfalls über fast allen Teilen der Erdoberfläche.

Wenn nun hier auch nicht mehr als die kurze Skizzierung einer theoretischen Deutung gegeben werden konnte und insbesondere jede mathematische und quantitative Durchführung unterbleiben mußte, so wird das Gesagte wie ich hoffe doch bereits dazu dienen können, den hydrodynamischen Mechanismus der Windstruktur verständlich zu machen. Das Problem löst sich aus seiner unübersichtlichen und anfangs verwirrenden Vielfältigkeit auf in eine Reihe von anschaulichen Teilproblemen und ermöglicht ein physikalisches Verständnis und bis zu einem gewissen Grade sogar eine analytische Behandlung. Darin liegt sicherlich ein großer Vorteil gegenüber einem in letzter Zeit vorgeschlagenen Deutungsversuch¹⁴⁾, welcher in der Windstruktur das vollkommene Analogon zu der sogenannten turbulenten Strömung der theoretischen Hydrodynamik sieht und, wie ich glauben möchte, im Grunde nicht mehr leistet, als daß er für „Struktur“ des Windes ein anderes Wort setzt. Die eigentliche Schwierigkeit wird dadurch nicht umgangen, sondern sie wird nur hinübergeschoben auf ein anderes Gebiet, das selbst das dunkelste und trotz aller Bemühungen noch immer rätselhafteste der Hydrodynamik ist, die Lösung wird gegeben durch eine Analogie mit

einer selbst noch unerklärten Erscheinung. Der hydrodynamische Begriff der Turbulenz ist außerdem ein sehr viel engerer als der hier gebrauchte; er deckt sich mit diesem zwar hinsichtlich der geometrischen Verhältnisse (Gegensatz zwischen laminarer Strömung und kompliziertem wirbeligen Stromlinienverlauf), nicht aber hinsichtlich der genetischen. In der Hydrodynamik ist die turbulente Strömung eine zweite Strömungsmöglichkeit, deren Stabilität lediglich durch reine Dimensionalverhältnisse bestimmt zu sein scheint, während in der „Turbulenz“ des Windes, wie wir sahen, ein sicherlich beträchtlicher Anteil äußeren Ursachen ganz bestimmter Art zuzuschreiben ist. Demgemäß ist die Problemstellung eine wesentlich andere und gerade die Erforschung dieser Ursachen steht im Vordergrund des Interesses.

§ 4. Literaturnachweise.

¹⁾ Eine große Anzahl derartiger Böenschreiber findet man beschrieben in den Patentschriften und Gebrauchsmusterschutzakten. Von brauchbaren modernen Konstruktionen sind heute in Deutschland wohl nur der Apparat von *Fueß* (Steglitz [Preisliste F 3]) und der ähnlich gebaute Apparat der Hamburger Präzisionstechnischen Werkstätten (nach *Steffens-Hedde*) in Gebrauch, in England die sogenannten Pressure Tube Anemometer, deren Vervollkommen namentlich *Dines* sich angenommen hat. (Rep. Met. Council 1893.)

²⁾ Die Theorie der Böenschreiber habe ich zusammen mit *E. Bräuer* in einer ausführlichen Publikation behandelt (erscheint Met. Ztsch. Jan. 1918); dort auch Angabe der wichtigsten Literatur.

³⁾ *Gerdien* und *Holm*. Phys. Ztschr. 14, S. 1161, 1913. Jahrbuch der wiss. Ges. f. Flugtechnik 2, S. 67, 1913/14.

⁴⁾ Die schönen und wichtigen Untersuchungen von *Barkow* sind zu finden in Met. Ztschr. 32, S. 97, 1915 und Ann. d. Hydrographie 45, Heft 1, 1917.

⁵⁾ Die gesamte ältere Literatur und seine grundlegenden eigenen Arbeiten hat *K. Exner* in einer Monographie (Leipzig 1891) besprochen; neuere Literatur bei *Perntner*, Meteorologische Optik.

⁶⁾ *Galitzin*, Compt. rend. 161, S. 281, 304, 1915.

⁷⁾ *Idrae*, Compt. rend. 159, S. 198, 1914.

⁸⁾ In Betracht kommen hier und für das Folgende in erster Linie die Reports on windstructure (größtenteils von *Dines*) in Aeronautics 1909/12.

⁹⁾ Die noch unveröffentlichte Arbeit von *Robitzsch* soll im Jahrbuch (1917) des Lindenberger aerologischen Observatoriums erscheinen. Durch eine freundliche Mitteilung des Autors ist mir dieselbe im Auszug bekannt geworden.

¹⁰⁾ *P. Ludewig*. Phys. Ztschr. 12, 5, 1162, 1911.

¹¹⁾ Literatur und ausführliche Darstellung bei *Lanchester*, Aerodynamik, Bd. II.

¹²⁾ Die Untersuchung von *Barkow* (Veröffentl. des Preuß. Met. Instituts 1912, S. 58) ist meines Wissens die einzige, welche diese Fragen eingehender behandelt.

¹³⁾ Arbeiten, welche sich speziell mit der Hydrodynamik der Windstruktur beschäftigen, sind mir nicht bekannt. Für die Theorie der Reibung in der Atmosphäre kommen von neuesten Arbeiten in erster Linie die Untersuchungen der Bjerknessschen Schule in Betracht (neueste Literatur in dem vorzüglichen Buch von *Exner*, Dynamische Meteorologie [1917]). Hinsichtlich der eigentlichen hydrodynamischen Fragen ist ein Hinweis auf das allbekannte Lehrbuch von *Lamb* fast überflüssig; eine kurze, aber besonders anschauliche und mehr physikalische Darstellung findet man bei *Lanchester*, Aerodynamik, Bd. I.

¹⁴⁾ *A. Wegener*, Met. Ztschr. 29, S. 49, 1912.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung vom 3. November hielt Herr Dr. E. Wunderlich (Warschau) einen Vortrag mit Lichtbildern über **Landeskundliche Forschungen in Polen**.

Der Vortragende gab als Einleitung eine Übersicht über Entstehung und Wirksamkeit der auf Veranlassung des Generalgouverneurs von *Beseler* gegründeten „Landeskundlichen Kommission beim Generalgouvernement Warschau“. Diese Kommission hat den Zweck, so rasch als möglich eine wissenschaftliche Bearbeitung und Erforschung Polens durchzuführen und die Kenntnis der zurzeit besetzten Gebiete im Interesse der deutschen Behörden, der wissenschaftlichen Welt und des größeren an Land und Leuten interessierten Publikums zu beleben und zu vertiefen. Die Ergebnisse ihrer bisherigen Studien hat die Kommission in dem kürzlich erschienenen „Handbuch von Polen“ veröffentlicht, zu dem General von *Beseler* ein Geleitwort geschrieben hat. Es ist die erste annähernd vollständige allgemeine Landeskunde von Polen, denn trotz aller vorzüglichen Einzelstudien und Vorarbeiten hat die polnische Literatur nichts gleiches aufzuweisen. Die Kommission ist im Begriff, als Ergänzung zum Handbuch verschiedene Serien von Schriften unter dem Titel „Beiträge zur polnischen Landeskunde“ herauszugeben, von denen die erste, ein für weitere Kreise berechneter „Geographischer Bilderatlas“, soeben erschien. Ein bibliographischer Leitfaden ist in der Ausführung begriffen, und man beabsichtigt, in diesen Schriften die bei den einzelnen Zweigen der deutschen Verwaltung geleisteten Arbeiten aller Art, soweit sie landeskundliche Interessen berühren, als Denkmal der deutschen Tätigkeit in Polen der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Besonders wertvoll sind endlich die Bemühungen der Kommission, die künftige Organisation der polnischen landeskundlichen Forschungen zu fördern. Die Kommission unterbreitete dem polnischen Kultusministerium die Anregung zur Errichtung eines Landesamtes nach Art des bei uns in Württemberg bereits gut bewährten Statistischen Landesamtes, dessen verschiedenen Abteilungen künftig die Durchführung der gesamten landeskundlichen Arbeiten in Polen unterliegen soll. Es sollen also die meteorologischen, geologischen, hydrographischen usw. Anstalten keine Sonderexistenzen führen, vielmehr diesem Polnischen Landesamt unterstellt werden, wodurch, wie man hofft, eine planmäßige Zusammenfassung der Einzeldisziplinen erzielt wird.

Sodann gab der Vortragende eine Übersicht über die einzelnen Landschaften „Kongreßpolens“, das rund 127 000 qkm umfaßt. Der Aufbau des Landes zeigt im Grundzug eine nicht sehr breite Mulde, die mittelpolnische Niederung, die im Norden und Süden von höheren Schwellen umrahmt wird. Auffällig ist, wie sich im orographischen Bild Polens der typische Bau von Nord- und Mitteldeutschland wiederholt. Hier wie dort grenzt ein diluviales Flachland südlich an eine ältere Mittelgebirgsschwelle, eine Ähnlichkeit, die tief in der Entwicklungsgeschichte beider Länder begründet ist. Im ganzen besitzt Polen ein außerordentlich flaches Relief; die absoluten Höhen halten sich innerhalb der engen Grenzen von 50 bis 600 m. Weitaus die Hauptmasse des Landes liegt jedoch nur zwischen 100 und 300 m Höhe. Das sogenannte Polnische Mittelgebirge mit der höchsten Erhebung des Landes erreicht nur in vereinzelten Rücken 500 bis 600 m Höhe, hat aber als Ganzes nur geringe Ausdehnung. Andererseits ist die eigentliche Niederung, d. h. das Land

unter 100 m Höhe, ausschließlich auf das Weichsel-tal beschränkt. Der orographische Bau ergibt eine Gliederung des Landes in drei Hauptgebiete: Die südpolnische Mittelgebirgsschwelle, die mittelpolnische Niederung und das nordpolnisch-baltische Hügelland.

Wichtiger als die orographische Gliederung des Landes ist die morphogenetische. Schon die Zusammensetzung des Bodens lehrt, daß das ganze nördliche Polen etwa bis zu den Tälern von Pilica und Wieprz ein einheitliches Aufschüttungsgebiet des diluvialen nordeuropäischen Inlandeises ist, wo die älteren Gesteine im Landschaftsbilde nirgends eine bedeutendere Rolle spielen. So hängt Nordpolen aufs engste mit den benachbarten Teilen von Deutschland und Rußland zusammen und bildet gemeinsam mit diesen beiden Ländern einen Teil der großen nordeuropäischen Flachlandszone, die sich rings um die Ostsee legt. Südpolen dagegen ist zwar auch vom diluvialen Inlandeis in seinem ganzen Umfang bedeckt gewesen, aber die Ablagerungen des Eises erreichen hier nur geringe Mächtigkeit, und die festen Gesteine und mit ihnen ein älteres, prädiluviales Relief beherrschen das Landschaftsbild in allen seinen wesentlichen Zügen. Die natürliche Grenze dieser beiden Teile bildet der Rand des polnischen Flachlandes gegen das Hügel- und Bergland der südlichen Mittelgebirgsschwelle. Wenn auch, wie überall in der Natur, Übergänge zwischen beiden Gebieten vorhanden sind, so überrascht doch vielfach der plötzliche Wechsel des Landschaftsbildes.

Auch in dem Gewässernetz kommt die Dreiteilung des Landes zum Ausdruck, indem die Flüsse von Norden wie von Süden in einander parallel der polnischen Niederung zustreben, in der als große Sammelader die untere Weichsel westwärts fließt. Es wiederholt sich die Erscheinung, die schon Oder, Elbe und Weser zeigen, daß in jedem dieser Stromsysteme die großen Nebenflüsse stets von rechts in den Unterlauf des Hauptstromes einmünden. Bug und Narew sind dafür die besten Beispiele.

In Südpolen bestand fast das ganze heutige Landschaftsbild schon vor der Eiszeit und das präglaziale Relief trägt nur eine verhältnismäßig dünne Decke von Diluvium, so daß Terrainschwellen auch meist aufgewölbten Rücken des Unterbaues entsprechen. Nordpolen dagegen ist eine Schöpfung des nordischen Inlandeises, das von Skandinavien her über die Ostsee nach Süden vordrang. Es häufte den Gesteinschutt, den es von den Hochgebirgen Skandinaviens her mit sich führte, über das Land, Meter auf Meter, bis die alte präglaziale Oberfläche unter einer dicken Decke von Glazialschutt begraben lag und eine völlig neue Oberfläche entstanden war; das ist das heutige Nordpolen. Während des Eisrückzuges haben dann die Flüsse das Land zerschnitten, und so zerfällt es heute auf Grund der durchgehenden, vielfach stauseeartig erweiterten Talungen in eine Reihe einzelner Platten von verschiedener Form und Größe. Das sind die natürlichen Einheiten von Nordpolen. Und zwar erzeugt der eigentümliche Charakter des Flußnetzes, die eigenartige Kombination von S-N und O-W gerichteten Talstücken eine gewisse gitterförmige Struktur des Landes und bestimmt die gegenseitige Lage und Anordnung der Platten. So zerfällt das nordpolnische Hügelland in die Płoußker, die Ostrower und die Suwakier Platte, die mittelpolnische Niederung in die Kalischer, die Kutnoer, die Warschau-Lodzer, die Lukower und die Radomer Platte.

Klimatisch läßt sich das Land in 4 Unterbezirke teilen: 1. Das polnische Weichselgebiet, das durch

eine gleichmäßige Temperaturverteilung ausgezeichnet ist; 2. der zum Odergebiet gehörende Teil Westpolens, in dem sich der Einfluß des ozeanischen Klimas bemerkbar macht; 3. das südwestpolnische Hügelland, mit tiefen, der Höhenlage entsprechenden Temperaturen; 4. das südpolnische Hügelland, das sich durch hohe Temperaturen auszeichnet. Im Handbuch von Polen wird diese Wärme auf den föhnartigen Charakter der von Süden her über die Karpathen wehenden Winde zurückgeführt (S. 142).

Die größten Niederschlagsmengen (bis etwa 800 mm) weist das polnische Mittelgebirge auf, die geringsten die Weichselniederung, in welcher die Jahressumme stellenweise unter 500 mm sinkt, was neben der tiefen Lage auch auf den Regenschatten des Mittelgebirges zurückzuführen ist.

In seinem Pflanzenkleide tritt das höher gelegene Südpolen in scharfen Gegensatz zu Mittelpolen und dieses wieder zu den Landschaften am Baltischen Höhenrücken. Vom tiergeographischen Standpunkt lassen sich die drei Zonen des nordpolnischen Hügellandes, der mittelpolnischen Ebene und des südpolnischen Hügellandes unterscheiden, die sich jedoch trotz der gleichen Bezeichnung nicht ganz mit der geomorphologischen Gliederung decken.

Von dem Kulturzustand der Bevölkerung entrollt der Vortragende ein trübes Bild. Der monotone Charakter der polnischen Kleinstädte, die Vernachlässigung der Wasserstraßen, der Mangel an Kais und Ladevorrichtungen in den Weichselstädten und das tiefe Bildungsniveau des Volkes (61 % Analphabeten) wurden durch zahlreiche Beispiele veranschaulicht.

Der Verkehr zwischen Deutschland und Rußland auf dem Wasserwege würde durch den Ausbau eines umfangreichen Kanalnetzes ganz erheblich gesteigert werden können. Bis jetzt aber ist der 430 km lange Augustowskikanal, der eine Verbindung der Weichsel durch den Narew und Bobr mit dem Njemen herstellt, der einzige längere Kanal Kongreßpolens, der aber im wesentlichen nur dem Flößverkehr zugute kommt.

O. B.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten der Biologie.

Die sekundären Geschlechtsmerkmale. In den Lehrbüchern der Zoologie findet man den Begriff der sekundären Geschlechtsmerkmale dahin erläutert, daß als solche die somatischen und psychischen Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern einer zweigeschlechtlichen Organismenart zu verstehen sind, soweit dieselben nicht die in den Keimdrüsen selbst liegenden primären Geschlechtsmerkmale betreffen. Wir finden solche bei wirbellosen Tieren, Wirbeltieren und dem Menschen. Besonders ausgesprochen sind die körperlichen Unterschiede in Größe und Färbung, namentlich bei den Insekten und Vögeln, und bisweilen so groß, daß wir Männchen und Weibchen nicht als zur selben Art gehörig erkennen würden, wenn uns nicht die Entwicklung eines Bessern belehrte. Dies gilt z. B. von verschiedenen Spinnern mit ungeflügelten Weibchen, Cirripeden mit Zwergmännchen usw. Wie wir aus Versuchen der neuesten Zeit wissen, ist nicht, wie man früher glaubte, das Intaktsein der zugehörigen Keimdrüse für das Vorhandensein der sekundären Merkmale nötig; letztere können entweder mit der Keimdrüse homolog sein, also ein Tier mit Eierstock weibliche und ein solches mit Hoden männliche Charaktere an sich haben; es können aber auch im Versuch die zur Keim-

drüse heterologen Merkmale auftreten, woraus mit Sicherheit hervorgeht, daß die sekundären Geschlechtsmerkmale nicht von den primären abhängig sind. Es ist vielmehr das nur lokal zur Keimdrüse in Beziehung stehende interstitielle Gewebe, das sie bedingt. Dasselbe bildet eine endokrine Drüse, d. h. eine Drüse ohne Ausführungsgang; ihr Produkt stellt ein Hormon dar, welches dem Säftestrom beigemischt in ganz entlegenen Körperteilen zur Wirkung kommt, hier also die Entstehung der sekundären Merkmale veranlaßt. Entdeckt wurde das interstitielle Gewebe von F. Leydig 1850 im Testikel des Molches, später bei zahlreichen andern Wirbeltieren und beim Menschen. Im männlichen Geschlecht grenzt es sich deutlich von der Umgebung ab, während das erst viel später durch Sertoli bekanntgewordene interstitielle Gewebe des Ovariums unter den Zellen des Stromas mehr zerstreut liegt. Da das Interstitium erst mit dem Eintreten der Geschlechtsreife zur

der, sowohl normale als kastrierte, durch robustere Formen, Körpergröße, rauhere Behaarung usw., Hypermaskulierung (Fig. 1).

In beiden Fällen ergab sich bei der Untersuchung mikroskopischer Schnittpräparate, daß das Interstitium der überpflanzten Keimdrüse reichlich gewuchert war.

Demselben Forscher gelang es, durch Überpflanzung der heterologen Keimdrüse auf ein bereits sekundär geschlechtlich differenziertes Tier Zwitter zu erzeugen. Durch die genannten Untersuchungen erhalten wir einen Einblick in die Ursachen der nicht allzu selten vorkommenden konträren Sexualempfindungen beim Menschen. Sie beruhen offenbar somatisch auf dem Vorhandensein heterologen interstitiellen Gewebes, dessen Quantität natürlich den weitgehendsten Schwankungen unterliegt.

Die sekundären Geschlechtscharaktere sind hauptsächlich auf das männliche Geschlecht beschränkt. Lassen wir sie Revue passieren, so fällt uns zuerst auf, daß es fast stets solche sind, welche das betreffende Individuum ansehnlicher erscheinen lassen. Derartige Geschlechtsmerkmale sind die prächtigere Färbung der tropischen ornithopteren Papilioarten des Kiefernspinners (Nachtpfauenauge, Nagelfleck usw.), die zackigen Kiefer der Blatthornkäfer, der Kamm des Molches, die grüne Farbe der Zauneidechse, das glänzende Gefieder der männlichen Hühnervögel, das bunte Federkleid der Weibervögel, das Geweih der Cerviden usw. Offenbar hat bei dieser Deutung der Anthropomorphismus eine verhängnisvolle Rolle gespielt. Alles, was imponierte, wurde flugs als männlicher Geschlechtscharakter proklamiert, doch steht diese Auffassung bisweilen nachweislich mit den Tatsachen in unvereinbarem Widerspruch. So wissen wir z. B., daß ein einfaches Spießgeweih des Edelhirsches eine viel wirksamere Waffe im Kampf mit den Rivalen darstellt als das imponierender aussehende verästelte Geweih. Es verleiht offenbar seinem Träger „Mörder“ eine Überlegenheit gegenüber den übrigen Platzhirschen, die weiblichen Tiere aber lassen alle auffallenden Merkmale vermissen. Diese würden auch hier der Erfüllung der Aufgabe des weiblichen Geschlechts, welche ja in der Brutpflege besteht, mindestens hinderlich sein. Ein bunt gefärbter Falter oder Vogel würde von den Feinden leichter entdeckt, ein langer Schweif würde bei den Vögeln hinderlich sein, ja bei Höhlenbrütern oft geradezu zu den Unmöglichkeiten gehören. Das Vorhandensein genannter Eigenschaften nur bei den männlichen Tieren hat offenbar zur Bezeichnung „männliche Sexualcharaktere“ Veranlassung gegeben; sie hängen aber nur insofern mit dem Geschlecht zusammen, als sie den weiblichen Tieren fehlen. Daß sie nur indirekt mit dem Geschlecht etwas zu tun haben, erhellt daraus, daß die männlichen Charaktere nach Entfernung des Eierstocks bzw. nach dem physiologischen Aufhören seiner Funktion auch bei den weiblichen Tieren zur Entwicklung kommen. Es kann dies entweder durch Kastration eintreten oder im Normalen geschehen durch Sterilwerden im höheren Alter. Im Versuch wurde durch Pézard nach Kastration einer Henne das Auftreten der Hahnenfedrigkeit beobachtet; auch die sonst dem Hahne eigenen Schienenspornen kamen zur Entwicklung. In die zweite Reihe des Auftretens männlicher Sexualcharaktere bei Weibchen gehört das Geweih unfruchtbar gewordener alter Rehe. Daß die sekundären männlichen Geschlechtsmerkmale bei den Weibchen zur Zeit der Pubertät nicht zur Entfaltung kommen, beruht offenbar darauf, daß das weibliche Interstitium ein heterologes Hormon liefert. Sie



Maskulierte Schwester Kastrierte Schwester Normale Schwester Normaler Bruder

Fig. 1. Maskulierungsserie.



Kastrierter Bruder Normale jungfr. Schwester Feminierter Bruder Normaler Bruder

Fig. 2. Feminierungsserie.

vollen Ausbildung gekommen ist, bezeichnet man ein aus ihm bestehendes Gebilde als Pubertätsdrüse. Im physiologischen Laboratorium der Universität Wien (Pubertätsdrüse und Zwitterbildung, E. Steinach, Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, 42. Band, 3. Heft, 1916) wurde eine Reihe von Versuchen gemacht, aus denen sich zweifellos diese Bedeutung des Interstitiums ergibt. Es wurden junge Meerschweinchen kastriert und die Keimdrüse des andern Geschlechts transplantiert und zum Anwachsen gebracht. Die ursprünglich männlichen Tiere zeigten nun die Merkmale des Weibchens, gracilere Körperform, leichteres Skelett und schwächere Muskulatur, feinere Behaarung, stärkere Entwicklung der Milchdrüsen usw., Hyperfeminierung (Fig. 2).

Die ursprünglich weiblichen Tiere, denen Hodengewebe implantiert worden war, übertrafen ihre Brü-

sind also richtiger als Artmerkmale zu bezeichnen. Sekundäre Geschlechtsmerkmale dürfen nur solche heißen, welche mit der Geschlechtstfunktion in direkter Beziehung stehen; es wird dies z. B. der Hectocotylus der männlichen Argonauta, der hectocotylisierte Arm der Sepia, das erste Tarsalglied von Dyticus, der umgestaltete Fuß von Spinnen usw. Die Sexualcharaktere der Weibchen sind zwar größtenteils negativer Art, insofern sie in dem Fehlen der männlichen Eigenschaften bestehen, doch auch bei ihnen werden zweifellos echte Sexualcharaktere getroffen, d. h., wie oben gesagt, Eigentümlichkeiten, welche nur beim Vorhandensein einer funktionierenden Keimdrüse, hier also eines Eierstocks, zur Anwendung kommen können; solche wären z. B. die Nidamentaldrüsen der Kopffüßler, die Wachsdrüsen der Bienen, die Hauttasche neotropischer Hyliden, der Lege- stachel der Geradflügler, der Legebohrer der Gallwespen usw. Eine im Tierreich weit verbreitete Eigentümlichkeit der weiblichen Tiere ist ihre überlegene Körpergröße bei gewissen Gruppen, z. B. bei den Würmern, wo die weibliche *Bonellia viridis* bis 1 m mißt gegenüber dem nur 1 mm langen Männchen. Daß die weiblichen Raubvögel bedeutend größer sind als die Männchen, erklärt sich aus einem entsprechenden Grund, das Material für die Eier zu produzieren bzw. die Nahrung für die Jungen herbeizuschaffen; bei den Raubvögeln besteht ja dieselbe im Fleisch von andern Tieren, welche überwältigt werden müssen. Aus dem Gesagten erhellt, daß die Art im männlichen Geschlecht ihren Höhepunkt erreicht. Selbst der entschiedenste Frauenfreund unter den Zoologen könnte ehrlicher Weise den weiblichen Tieren, z. B. den weiblichen Ornithopteren und Papilien usw., nicht das Prädikat „das schöne Geschlecht“ zuerkennen. Faßt man die sekundären Geschlechtsmerkmale als *Artmerkmale* auf, so erheben sich zahlreiche, zum Teil experimentell lösbare Fragen. Zuerst ist festzustellen, ob wir überhaupt einen *Sexualcharakter* vor uns haben; die Frage erübrigt sich nur dann, wenn die betreffende Eigenschaft lediglich in Zusammenhang mit der Fortpflanzung einen Sinn haben kann, wie der Hektocotylus des Argonautamännchens und der Legebohrer der weiblichen Schlupfwespe. In der Mehrzahl der Fälle aber, so namentlich denen verschiedenartiger Färbung, bleibt sie offen. Ihre Beantwortung kann immer nur einen größeren oder geringeren Grad von Wahrscheinlichkeit beanspruchen; der Versuch allein wird entscheiden und beruht auf der Entfernung der Keimdrüse entweder durch Kastration oder, wo dies unmöglich ist, durch Vernichtung ihrer Funktionsfähigkeit mit Röntgenbestrahlung. Es bleibt dann aber immer noch die Schwierigkeit bestehen, welche darin liegt, daß man annehmen muß, der Eingriff habe rechtzeitig stattgefunden. Wie Versuche mit Kastrationen gezeigt haben, kann die Bestimmung der sekundären Geschlechtsmerkmale schon sehr frühzeitig, vom Ei ab, festgelegt sein. Ist indessen die Antwort auf die Frage nach der Natur eines Geschlechtsmerkmals positiv ausgefallen, so bleibt es übrig, zu bestimmen, bis zu welchem Grad im männlichen Geschlecht eine Art-eigenschaft vorliegt und von wo ab die Wirkung des homologen, fördernd wirkenden Interstitiums. Beim Weibchen sehen wir uns vor die Frage gestellt, inwieweit ihre Abschwächung den Hormonen des heterologen Interstitiums zuzuschreiben ist. Beidemale würde eine Ausschaltung des Interstitiums ohne gleichzeitige Kastration nötig sein, was aber vorläufig nicht möglich ist.

L. Kathariner, Freiburg i. d. Schweiz.

Weiteres zur Vitaminfrage (s. *Naturwissenschaften* 1916, S. 701). Nachdem die Versuche, die Beri-Beri heilenden Stoffe zu isolieren, gescheitert sind, und man für diese vorschnell als *Vitamine* bezeichneten Dinge keinerlei bestimmtes chemisches Merkmal anzugeben vermag, wird dieser Begriff der Vitamine immer mehr eine abgekürzte Bezeichnung für gewisse Extrakte und deren spezifische Heilwirkung gegenüber der experimentellen Polyneuritis durch einseitige, ungenügende Ernährung. Man spricht daher jetzt besser von vitaminer Wirkung oder nach *Oseki* und *Hofmeister* von den accessorischen Nährstoffen. Auch letztere Bezeichnung ist nach dem gegenwärtigen Stand des Problems nicht exakt, da man nicht mit Sicherheit angeben kann, ob es sich tatsächlich um besondere Substanzen handelt. Jedenfalls ist die Aminnatur der sogenannten Vitamine noch völlig unsicher. Vitamin ist sonach bis auf weiteres ein provisorischer Begriff, gleichwertig jenen Begriffen, wie sie die Immunitätslehre in den letzten Jahren in großer Zahl für nicht faßbare, nur durch ihre Wirkung charakterisierte und unterscheidbare, vorläufig als besondere Stoffe angenommene Agentien aufgestellt hat. Die meisten Arbeiten, die die Vitaminfrage berühren, und es sind recht zahlreiche Untersuchungen wieder aus letzter Zeit zu verzeichnen, bewegen sich nicht mehr auf chemischem, sondern auf ernährungsphysiologischem Boden. Daneben sind natürliche, wie synthetische Verbindungen auf ihre vitamine und antineuritische Wirksamkeit untersucht worden.

Gibt es lebenswichtige Pyridinverbindungen? Die Versuche *C. Funks* zur Isolierung der Vitamine sind in Amerika von *Voegtlin* und von *Williams* mit mehreren Mitarbeitern ohne Erfolg fortgeführt worden. Die schon von *Suzuki* und *Funk* in der Reiskleie und in der Hefe aufgefundene Nikotinsäure, deren Unwirksamkeit übrigens sichergestellt ist, lud zur Prüfung anderer Pyridinkarbonsäuren und Pyridinbasen auf ihre antineuritische Wirkung bei krankem Geflügel ein. Es wurde eine geringe Besserung, eine gewisse, aber beschränkte Verlängerung der Lebensdauer, besonders bei Verwendung von Nikotinsäuremethylester beobachtet. Offenbar schienen den Untersuchern aber diese Erfolge sehr unbefriedigend, denn nur so dürfte es sich erklären, daß sie diesen mühsamen aber systematischen Weg verließen, um ihr Glück mit Kondensationsprodukten dieser Pyridinderivate zu versuchen, mit Verbindungen unbekannter Konstitution, welche dann bessere Heilwirkungen gezeigt haben sollen. Bei der Prüfung der Wirkung von Oxypyridinen beobachtete *Williams* die folgenden recht merkwürdigen Erscheinungen. So wie die rohen Vitaminpräparate gegen Temperaturerhöhung, längeres Lagern, Umkristallisationsversuche usw. sich sehr unbeständig erwiesen, insofern sie hierbei ihre antineuritische Kraft einbüßten, ebenso verloren Oxypyridine, die ursprünglich ziemlich ausgesprochene vitamine Eigenschaften gezeigt hatten, dieselben nach kurzem Aufbewahren zum Teil oder völlig. Für das α -Oxypyridin wurde dann ermittelt, daß es sich um eine Umlagerung der in drei isomeren Formen erhältlichen Verbindung handelt, von denen nur die eine Ketoform antineuritisch wirksam befunden wurde. Auf einer ähnlichen Isomerisationserscheinung, die auch bei anderen Oxypyridinen gefunden wurde, soll nun auch das eigentümliche Verhalten der Vitamine beruhen. Tatsächlich erhielten nun *Williams* und *Seidell* aus autolyasierter Hefe ein Präparat in Kristallform, das im frischen Zustande vitamine Wirkungen aufwies, bei Reinigungsversuchen diese Eigenschaften zwar verlor, durch gewisse Operationen aber, wie Behandeln mit

Säuren, wiedergewann. Die gereinigte Substanz, welche also nach Ansicht der Untersucher ebenfalls in isomeren Formen auftritt, erwies sich aber nicht als Pyridinderivat, sondern als das längst bekannte Adenin. Voegtlin und White konnten übrigens bei einer Nachprüfung eine solche Umwandlung des unwirksamen Adenins in antineuritisch-wirksame Formen nicht bestätigen. Es haben also auch diese Forschungen das Dunkel, das über der Natur der Vitamine liegt, keineswegs aufzuheben vermocht. Es hat sich auch kein Fingerzeig ergeben, daß die Vitaminwirkung tatsächlich etwas mit dem Auftreten von Pyridinverbindungen zu tun habe. Vermögen auch viele Pflanzen einfache oder kompliziert gebaute Pyridinabkömmlinge zu bilden, so ist doch nach wie vor kein Fall bekannt, daß solche Verbindungen als wesentliche Bestandteile höhermolekularer Plasmabestandteile oder als lebenswichtige einfache freie Verbindungen im Pflanzen- oder Tierkörper nachzuweisen wären.

Ernährungsphysiologische Untersuchungen zur Vitaminfrage¹⁾. Funk und seine Mitarbeiter erhielten bei Versuchen mit Hefe als alleiniger Stickstoffquelle beim Menschen kein Stickstoffgleichgewicht. Die Hefe wurde auch schlecht verwertet und erschien zum Teil unverändert in den Fäces. Sie erwies sich auch, worauf bereits Salomon aufmerksam gemacht hatte, infolge ihres hohen Gehaltes an Purinverbindungen als Ursache vermehrter Harnsäurebildung. Die gleiche Menge Stickstoff, die in Form von Kartoffeln völlig für die Ernährung ausreichte, erwies sich in Form von Hefe als ungenügend. Ähnliche Resultate wurden auch bei Stoffwechselversuchen mit poliertem Reis und mit Weißbrot beim Menschen erhalten. Auch der Zusatz von Vitaminen vermochte kein Stickstoffgleichgewicht herbeizuführen. Hefe, die zwar das Wachstum von Ratten fördert, erweist sich doch auch für diese Tiere bei längeren Versuchsperioden als ein ungünstiges Nahrungsmittel. Die das Wachstum fördernde Substanz, die in der hydrolysierten Hefe angenommen wird, findet sich in der gleichen Fraktion, wie die Beri-Beri heilenden Vitamine, doch verschwindet auch hier bei weiterer Fraktionierung und Reinigung die wirksame Substanz bis auf Spuren. Funk und Macallum nehmen daher an, daß auch die „Wachstumsvitamine“ bei den zu ihrer Isolierung nötigen Operationen zerstört werden. Untersuchungen von Cooper, die die Beziehungen der Vita-

mine zu den Lipoiden betreffen, zeigen, daß die Hirnphosphatide, auch Cerebroside und Cholesterin keine antineuritische Wirkung besitzen. Wohl konnten vitaminische Lipide aus Herzmuskel gewonnen werden, doch soll die wirksame Substanz von den Lipoiden bloß adsorbiert sein. Die schädliche Wirkung lipidfreier Nahrung soll daher nicht direkt auf dem Mangel an Lipoiden beruhen, sondern auf dem Umstand, daß bei der Extraktion der Lipide auch die Vitamine entfernt würden. Dagegen hat Stepp weitere experimentelle Belege dafür beigebracht, daß die Lipide selbst unentbehrliche Bestandteile der Nahrung seien, ohne welche jedes Leben unmöglich werde. Von den Vitaminen unterscheiden sich die Lipide nach Stepp dadurch, daß die ersteren auch bei parenteraler Einverleibung als Heilmittel der Beri-Beri wirksam sind, während die parenterale Zuführung der Lipide ihr Fehlen in der Nahrung nicht zu ersetzen vermag. Gegen die Behauptung Uhlmanns, daß die Vitamine gleichzeitig Sekretine seien, wendet Bickel ein, daß die Vitamine zwar sekretionserregende Eigenschaften aufweisen, daß aber umgekehrt die Sekretine nicht vitaminische Wirkungen entfalten und somit beide Gruppen nicht gleichwertig seien. Daß recht verschiedene Faktoren für das Auftreten skorbut- und Beri-Beri-artiger Krankheiten maßgebend sein müssen, zeigen auch Ernährungsversuche mit ausschließlicher Hafer- oder Maiskost. Letztere Versuche sind besonders wegen der Pellagrafrage von hohem Interesse. Nach Funk dürfte die Erkrankung von Kaninchen bei ausschließlicher Haferkost wahrscheinlich auf Acidosis beruhen, da wohl Natriumbicarbonat, nicht aber die Vitaminpräparate heilend wirkten. Bei Meerschweinchen blieb dagegen unter gleichen Umständen auch Bicarbonat ohne Erfolg, wogegen Ratten mit unerhitztem Hafer sehr lange am Leben erhalten werden können. Das Wachstum junger Ratten wird allerdings bei alleiniger Haferkost sehr verlangsamt. Mit solchen Befunden stimmen auch die Ergebnisse von Osborne und Mendel sowie von Drummond überein, die für das Wachstum von Ratten außer den gewöhnlichen isolierten Nährstoffen noch sowohl fett- als wasserlösliche Nebensubstanzen als unbedingt erforderlich finden. Nach Baglioni gehen Meerschweinchen bei bloßer Maisnahrung bald an Mairismus zugrunde, ohne daß deshalb ein Mangel des Mais an bisher noch unbekannten Nährstoffen angenommen werden müsse. Die Beschaffenheit des Futters genüge zur Erklärung. Es kommt der geringe Wassergehalt dieses Futters in Betracht, der geringe Gehalt an Rohfaser, der die Kotabsonderung erschwere. Die Nahrung ist zu wenig voluminös, es tritt Acidosis ein usw. McCollum, Simmonds und Pitz sind den Ursachen nachgegangen, die das Maiskorn für das Wachstum von Ratten ungenügend machen. Es zeigte sich, daß der Mais zu arm an gewissen fettlöslichen Bestandteilen sei. Nach Suarez dürfte das Auftreten der Pellagra außer mit der photodynamischen Wirkung des Zeochins, jenes schön himmelblau fluoreszierenden Körpers, dessen Isolierung und charakteristische Merkmale beschrieben werden, auch mit dem Mangel an akzessorischen oder vitaminischen Stoffen zusammenhängen. Nach Clementi ist die zuerst von Funk ausgesprochene Ansicht, daß auch die menschliche Pellagra durch das Fehlen der Vitamine bedingt sei, nicht zutreffend. Clementi hat Tiere durch viele Monate mit gekochter Polenta als einziger Nahrung am Leben erhalten können, ja sogar mittels Maismehls Tauben zu heilen vermocht, die durch ausschließliche Reisfütterung erkrankt waren.

Georg Trier, Zürich.

¹⁾ Zu den Mitteilungen über die Vitaminfrage sind die folgenden Arbeiten benützt:

R. R. Williams, Journ. of Biolog. Chem. 25, 437 (1915).

R. R. Williams und Seidell, Journ. of Biolog. Chem. 26, 431 (1915).

R. R. Williams, The Philippine Journ. of Science A. 11, 49 (1916).

C. Voegtlin, Journ. Washington Acad. of Science 6, 575 (1916).

C. Voegtlin und G. F. White, Journ. Pharm. Therap. 9, 155 (1916).

C. Funk, Journ. of Biolog. Chem. 25, 409 (1915).

C. Funk und Mitarbeiter, Journ. of Biolog. Chem. 27, 1, 51, 63, 173 (1916).

Cooper, Biochem. Journ. 8, 347 (1914).

W. Stepp, Zeitschr. f. Biologie 66, 365 (1916).

A. Bickel, Berl. klin. Wochenschr. 54, 552 (1916).

Baglioni, Atti. Real. Accad. dei Lincei (5) 24, I, 1158, II, 213, 254 (1916).

McC. Collum, Simmonds und Pitz, Journ. of Biolog. Chem. 28, 153 (1916).

Suarez, Biochem. Zeitschr. 77, 17 (1916).

Clementi, Arch. Farmac. sperim. 21, 441 (1916).

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 52.

28. Dezember 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Naturwissenschaft und Geschichte. Von **Dr. M. Kronenberg, Berlin.** S. 761.

Geologische Mitteilungen:

Ueber das Quartär und Tertiär bei Fürstenwalde an der Spree. Die größten erratischen Blöcke der Mark Brandenburg. Ein neuer Saurier aus dem Buntsandstein von Bernburg. Die Farne und farnähnlichen Gewächse des Culms von Europa. Ueber die Variation der Blattform von *Ginkgo biloba* L. und ihre Bedeutung für die Paläobotanik. Das Geschlecht der Gattungsnamen auf ites. S. 766—768.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten der Biologie:

Ontogenetische Gestaltsveränderungen des Meckelschen Knorpels der Sauropsiden. Die Erzeugung und Befreiung der Sporen bei *Coprinus sterquilinus*. Die Erblichkeit des sporadischen Kropfes. S. 768—770.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, Gießen-Marburger Physikalisches Colloquium, Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 770.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig

C. K. Schneiders

Illustriertes

Handwörterbuch der Botanik

Unter Mitwirkung der Herren Prof. Dr. **L. Diels**, Prof. Dr. **R. Falck**, Prof. Dr. **H. Glück**, Kustos Dr. **K. von Keissler**, Prof. Dr. **E. Küster**, Prof. Dr. **O. Porsch**, Geh. Bergrat Prof. Dr. **H. Potonié** (+), Prof. Dr. **Nils Svedelius**, Prof. Dr. **G. Tischler**, Dr. **R. Wagner**, Hofrat Prof. Dr. **R. von Wettstein** und Kustos Dr. **A. Zahlbruckner**

herausgegeben von

Karl Linsbauer

Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Universität Graz

Zweite, völlig umgearbeitete Auflage

Mit 396 Abbildungen im Text; XXI und 824 Seiten Lex.-8^o.

Geheftet M. 25.—; in Leinen gebunden M. 28.—

Aus den Besprechungen:

„... und wird sich im neuen Gewande neue Freunde zu erwerben wissen, denn wer sich mit 'Scientia amabilis' vertraut machen will, benötigt diese Arbeit als Fundament.“

Pharmazeutische Zeitung.

Ausführliches Verzeichnis der in meinem Verlage erschienenen 195 Bändchen

Ostwalds Klassiker

der exakten Wissenschaften

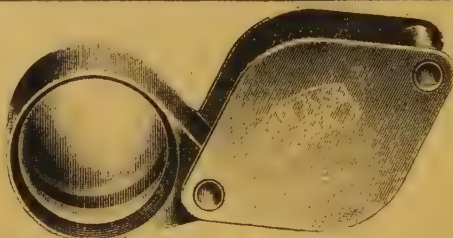
erhalten Interessenten auf Verlangen kostenlos zugesandt.

Mein Jubiläumskatalog 1811—1911

mit 12 Tafeln, 10 Faksimilebeilagen und einem Stammbaum (II, 118 u. 447 S. gr.-8^o) nebst Jahresnachträgen 1912—1916 steht gegen Voreinsendung des Paketportos kostenlos zur Verfügung.

ZEISS-Lupen

für
Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für
botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG



WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

28. Dezember 1917.

Heft 52.

Naturwissenschaft und Geschichte.

Von Dr. M. Kronenberg, Berlin.

Geschichtsphilosophische Untersuchungen waren wohl in keiner Periode mehr „zeitgemäß“ als jetzt. Denn alle fühlen es wenigstens unmittelbar, auch wenn sie es nicht klar und deutlich erkennen, daß wir an einer Weltwende des gesamten geschichtlichen Lebens uns befinden, zu deren Verständnis wir nicht gelangen können ohne philosophische Vertiefung in die Einheit der geschichtlichen Entwicklung überhaupt. Eine geschichtsphilosophische Aufklärung dieser Art erwartet man naturgemäß am ehesten von denen, die bisher in gleicher Richtung tätig waren und nach der Ansicht vieler führend an erster Stelle standen.

Unter solchen Umständen war es gewiß mehr als ein bloßer Akt der Pietät, wenn aus dem Nachlaß des im zweiten Kriegsjahr gestorbenen Heidelberger Philosophen *Wilh. Windelband* von seinem Sohne *Wolfgang Windelband* und *Bruno Bauch* eine Schrift „Geschichtsphilosophie. Eine Kriegsvorlesung“ (im Verlage der „Kantstudien“) herausgegeben wurde. Sie ist ein Torso — der Verfasser hat, wie der Sohn im Vorwort mitteilt, daran diktiert, bis die Kraft sich ihm versagte. Und dieser Torso bietet kaum viel mehr als eine umfassende Einleitung, die zur Erörterung des Hauptthemas erst hinführen sollte. Dennoch bieten diese 68 Druckseiten des Wertvollen genug, durch welches die Publikation durchaus gerechtfertigt wird. Standen doch gerade für *Windelband* die geschichtsphilosophischen Probleme mehr als vielleicht bei irgend einem anderen zeitgenössischen Philosophen mit im Mittelpunkt seines Denkens.

Es fehlt natürlich nicht an mancherlei mehr oder weniger deutlichen Seitenblicken auf die Geschehnisse des Weltkrieges. So weist *Windelband* in treffender Weise darauf hin, daß gerade der Krieg, der die denkbar stärkste *Entzweiung* der Völker darstellt, in seinen Wirkungen zuletzt doch der *Vereinheitlichung* des Völkerlebens dienen muß, auf welche die geschichtliche Entwicklung immerfort zustrebt. Nächste dem Kriege, wenn auch in geringerem Grade und wesentlich langsamer, fördert vor allem der Handelsverkehr zwischen den Völkern die Vereinheitlichung, auch und vor allem im Sinne der *Blutmischung*. „Gleichgültig, ob die differenzierten Völker, wie wir sie jetzt vorfinden, prähistorisch aus einheitlichen Urvölkern hervorgegangen oder selbst bereits das Produkt einer Mischung sind, jedenfalls geht der historische Prozeß immer weiter auf

neue Ausgleichungen. Rasseneinheit oder Rassenreinheit finden wir fast nur bei den urhistorischen so gut wie nie bei den historischen Völkern, über die viele Geschehnisse blutsvermischend gegangen sind; das pflegen die Rassenfexe von heute sich nicht klar zu machen. Der Naturprozeß der physischen Ausgleichung gehört zu den großen Spannungen der Geschichte. Die einzelnen Rassen und Völker gehen instinktiv auf ihre selbständige Existenz und die Aufrechterhaltung ihrer Verschiedenheiten, während der historische Verlauf in feindlicher wie in friedlicher Berührung die Ausschleifung der Gegensätze herbeiführt.“ „Mit der *physiologischen* Vereinheitlichung hält die *geistige* gleichen Schritt. Sie besteht in der Mischung der Volksgeister zu Gesamtkulturen. Nur solche ausgeglichene Formen des Menschenlebens halten sich auf die Dauer. Die Stämme oder Völker, die nicht darin eingehen, sterben schließlich aus, verkümmern oder werden erstickt.“

Solche und ähnliche Gedankengänge sind indessen in dem Fragment aus *Windelbands* Nachlaß zumeist nur isoliert und oft nur andeutungsweise ausgeführt; sie erhalten im weiteren Zusammenhange erst klarere Beleuchtung in der letzten Schrift, welche *Windelband* selbst noch vor seinem Tode herausgegeben hat, und in der die Geschichtsphilosophie ebenfalls ein sehr wichtiges, wenn auch nicht das alleinige Thema bildet: in der „Einleitung in die Philosophie“. Dieses umfassende Werk, eines der bedeutendsten, das *Windelband* verfaßt hat, ist unmittelbar vor dem Ausbruch des Weltkrieges erschienen und natürlich durch die Kriegsereignisse, wie so vieles andere, der öffentlichen Aufmerksamkeit gänzlich entrückt worden. Das Buch nimmt aber auch dadurch eine besondere Stellung unter den Werken *Windelbands* ein, daß es am meisten einen im strengeren Sinne systematischen Charakter hat, während die literarische Wirksamkeit *Windelbands*, von seinen Essays abgesehen, sonst ganz überwiegend der Geschichte der Philosophie zugute gekommen ist.

Dieses letzte Werk *Windelbands* mutet uns an wie der Gruß einer vergangenen Epoche an eine neue, die wir in dunklen Umrissen vor uns sehen, ohne ihre wirkliche Gestaltung schon deutlich zu erkennen. Der Heidelberger Philosoph gehört jener Periode an, in welcher das *naturwissenschaftliche Interesse* und die *mathematisch-naturwissenschaftliche Art der Problemstellung* noch immer den beherrschenden, oder zum mindesten den stärksten Einfluß auch in der Philosophie ausübte; selbst bei denen, die, wie *Windelband*, die Autonomie des philosophischen Denkens und

der geisteswissenschaftlichen Problemstellung verteidigten und dem modernen Realismus gegenüber der idealistischen Denkweise neue Stützpunkte zu geben suchten. Unter solchen Umständen ist es schon vom allgemein zeitgeschichtlichen Standpunkte aus, von besonderem Interesse, zu beobachten, wie einer von den Führern der idealistischen Denkrichtung in der Vergangenheit zu allen wichtigen Problemen des philosophischen Denkens einheitlich Stellung nimmt, so wie es in der „Einleitung in die Philosophie“ geschieht.

Es ist freilich nicht überall eine tiefer greifende Behandlung der Probleme, die hier in Frage kommt, sondern mehr eine Art von enzyklopädischer Übersicht, wie es dem Charakter einer solchen Einleitung in die Philosophie entspricht. Auch werden naturgemäß diejenigen Probleme in den Vordergrund geschoben und am eingehendsten behandelt, welche dem Interessenkreise des Verfassers am nächsten liegen; aber gerade nach dieser Seite hin tritt auch das Charakteristische der Windelband'schen Einleitung deutlich genug zutage.

So ist besonders eingehend von ihm das erkenntnistheoretische Problem behandelt worden. Windelband gehört nach dieser Richtung jenen zu, welche alle Fragen der Erkenntnistheorie zunächst an der Problemstellung und Problemlösung Kants zu orientieren suchten, die dabei aber die Kantische Lehre in einer Art auslegten, daß sie zugleich den realistischen Forderungen des naturwissenschaftlichen Zeitalters, wie den ursprünglich idealistischen Forderungen, die in ihr lagen, und die dann von Fichte in den Vordergrund gestellt wurden, Genüge leisteten. Diese Art der Betrachtung hat sehr häufig den Charakter eines bloß schwächlichen Kompromisses, das nicht der Einsicht der unbefangenen objektiven Erkenntnis, sondern der Absicht einer bestimmten, wenn auch oft nur unbewußt wirkenden Tendenz entsprungen ist. Dies hindert nicht, daß Windelband wiederholt in seiner Behandlung der erkenntnistheoretischen Fragen recht glücklich ist, namentlich da, wo er sich lediglich kritisch verhält, und ganz besonders da, wo er auf Grund solcher kritischen Prüfung entgegengesetzte Zeittendenzen gewissermaßen konfrontiert und ein gerecht abwägendes Urteil zu fällen sucht. So kennzeichnet er jenen extremen Positivismus, der in seltsamer Verirrung nichts anderes gelten lassen will als das, was er „das Tatsächliche“ nennt, als das gerade Widerspiel der Philosophie, als die Negation des wesentlichsten in ihr waltenden Denktriebes. „Würde dieser Positivismus recht haben,“ sagt er, „dann blieben nur die einzelnen *Tatsachen-Wissenschaften* bestehen, und die Philosophie sollte zu stolz sein, ihren Namen für die Gesamtdarstellungen herzugeben, worin man nur das Hauptsächlichste aus diesen Tatsachen zusammenlesen möchte.“ Treffend weist Windelband auch auf die einseitige Bevorzugung des *Quantitativen* gegenüber dem *Qualitativen* hin, die ja aufs engste mit der

Grundtendenz der einseitig mathematisch-naturwissenschaftlichen Problemstellung zusammenhängt.

Nach dieser Nachtansicht, wie sie *Fechner* genannt hat, ist die physische Welt an sich farblos, klanglos, nur die öde Bewegung der Atome im Raum, während all die bunte Lebendigkeit, mit der sie zu uns spricht, erst eine im wahrnehmenden Bewußtsein aufblühende Erscheinung bedeutet, also mit anderen Worten einen abgesonderten Charakter hat oder „nicht wirklich“ ist. „Gehen wir den Motiven nach, aus denen . . . diese verschiedene Erkenntniswertung des Qualitativen und Quantitativen entsprungen ist, so zeigt sich das Entscheidende in dem Bedürfnis der *mathematischen Theorie*, welche meßbare Dinge braucht, und der an den Dingen dasjenige als wahrhaft „wirklich“ gilt, was sich quantitativ bestimmen läßt.“ Diese Nachtansicht hat, wie Windelband betont, ihre Gegner vor allem in *Kant* und *Goethe* gefunden, freilich in entgegengesetzten Richtungen: „*Kant* sah auch in den räumlichen und zeitlichen Bestimmungen nur Auffassungsweisen des menschlichen Bewußtseins, also auch nur Erscheinungen, *Goethe* dagegen spielte in der Farbenlehre das Leben gegen die Theorie aus, wenn er diesen Qualitäten das gleiche Maß von Realität zuschrieb, wie den durch die Abstraktion davon abgelösten quantitativen Bestimmungen. Der typische Gegensatz spricht sich in seinem Haß gegen *Newton* aus und charakterisiert sich durch die Zustimmung, welche *Goethes* Farbenlehre bei solchen Antipoden wie *Hegel* und *Schopenhauer*, aber auch bei den Naturphilosophen Schelling'scher Richtung wie *Fechner* gefunden hat.“

Treffend ist auch, vor allem von der negativen Seite her, die Kritik des *Pragmatismus*, also jener von Amerika hauptsächlich ausgehenden Gedankenrichtung, welche die *praktische Brauchbarkeit* einer Theorie zum Kriterium ihrer Wahrheit machen will. Windelband weist mit Recht darauf hin, daß in der Tat in den praktischen Zwecken ein sehr wichtiges Mittel liegt, die Wahrheit zu finden, und daß sehr viele, oder eigentlich die meisten, Menschen sie um solcher praktischer Zwecke willen auch nur suchen, daß es aber ein Fehlschluß ist, „um dessentwillen die Brauchbarkeit mit der Wahrheit zu identifizieren, während diese Brauchbarkeit doch lediglich nur ein Merkmal ist, um dessentwillen die Wahrheitswertung eintritt.“ „Logisch betrachtet,“ sagt Windelband, „ist also der Pragmatismus eine groteske Verwechslung von Zweck und Mittel: kulturgeschichtlich betrachtet bedeutet er freilich etwas ganz anderes, da stellt er sich als ein Sieg des noätischen Individualismus dar, der beim Niedergang unserer intellektuellen Kultur die elementare Macht des Willens entfesseln und auch auf das Reich des reinen Gedankens sich ergießen lassen möchte. Er stellt eine der größten Errungen-

schaften der Kultur, die Reinheit des Willens zur Wahrheit, in Frage.“ —

Es entspricht indessen der Eigenart des Windelband'schen Geistes ganz naturgemäß, daß auch in seiner „Einleitung in die Philosophie“ diejenigen Darlegungen weitaus am bedeutendsten sind, die sich mit dem Problem der *Geschichte* in seiner weitesten Bedeutung befassen, und hier wiederum diejenigen, welche es nach seinem allgemein idealen Gehalt, das ist unter dem Gesichtspunkte *ethischer* Wertsetzung, betrachten. Geschichte und Ethik sind ihm untrennbar verknüpft, ja die erstere beginnt recht eigentlich erst da, auch im wissenschaftlichen Sinne, wo die Verknüpfung der Tatsachen des geschichtlichen Lebens im ethischen Sinne einsetzt. „Wenn die vorwissenschaftlichen Voraussetzungen der Historie, die naive Erinnerung und Überlieferung, durch die Interessen der Erzähler bestimmt und auf deren besondere Wertung bezogen sind, so stellt sich die Aufgabe der wissenschaftlichen Erinnerung der Menschheit dahin dar, daß Auswahl und Synthesis in ihr durch allgemeingültige Werte bestimmt werden sollen. Diese Werte herauszuarbeiten, ist gerade die Aufgabe der Ethik, und in diesem Sinne, in ihm allein, suchen wir deshalb aus der Ethik die Prinzipien der Erkenntnistheorie für die Geschichtswissenschaften zu gewinnen.“

Dieser Auffassung steht im Grunde nur die eine entgegen, welche in der Gegenwart noch immer weite, ja die weiteste Verbreitung hat: Geschichte müsse sich auf Seelenforschung stützen und die *Psychologie* bilde daher die Grundwissenschaft für alle historischen Disziplinen. Windelband weist diese Auffassung, die, wie er sagt, so häufig gedankenlos nur nachgesprochen wird, in treffender Weise zurück. Gewiß handelt es sich in der Geschichte um ein Geschehen im Menschen und am Menschen und sind die empirischen Grundlagen der Geschichtsforschung also die Werte, insofern sie psychische Tatsachen sind. Aber die wissenschaftliche Psychologie gehört ihrer Methode nach zu den *Naturwissenschaften* und ist ihrem Inhalte nach eine *wertfreie* Untersuchung über die gesetzmäßigen Bewegungen der psychischen Elemente. Deren Einsichten also „stehen dem Interesse der Geschichtsforschung nicht näher als die anderen Naturwissenschaften. Die Psychologie, deren der Historiker bedarf, ist etwas ganz anderes: es ist die Psychologie des alltäglichen Lebens, die praktische Psychologie der Menschenkenntnis und des Menschenverständnisses, die Psychologie der Dichter und der großen Staatsmänner — diese Psychologie, die niemand lernen oder lehren kann, sondern die eine Gabe des intuitiven Begreifens, in höchster Entwicklung eine Genialität des Miterlebens und Nacherlebens bedeutet. Diese Psychologie ist eine Kunst, aber keine Wissenschaft.“

Unter diesem Gesichtspunkt löst sich dann auch der geschichtsphilosophische Konflikt, welcher bis heute, namentlich unter der Einwirkung

von *Marc* und der sogenannten materialistischen Geschichtsauffassung, eine bedeutende Rolle, wenn auch allmählich in immer geringerem Grade gespielt hat, und der allgemeine Widerstreit von individualistischer und kollektivistischer Geschichtsauffassung. Die letztere betont mit Recht, daß alle Geschichte Gesamtbewegung ist und daß ihr Sinn in den Veränderungen des Gesamtlebens besteht — aber sie meint die Persönlichkeiten nur als die vorübergehenden Erscheinungen behandeln zu dürfen, in denen sich der Gesamtvorgang verdichtet und mit der Zeit wieder auflöst. Der Individualismus auf der anderen Seite betont mit Recht die schöpferischen Momente, die von der Tätigkeit der Einzelnen, und vor allem der großen Einzelnen, der Heroen, ausgehen — aber er ist in Gefahr, zu übersehen, daß in diesen Wirkungen die Kräfte der Gesamtheit mittätig sind und daß nur daraus die Breite und die Nachhaltigkeit der Wirkungen erklärlich ist, die von den Taten der Heroen ausgehen.

Dieser Widerstreit ist unlösbar, solange man die Persönlichkeit, im Sinne der Psychologie, als ein bloßes Datum der Natur betrachtet — er wird erst lösbar für die intuitive Betrachtungsweise, ohne welche die Geschichtsphilosophie keines ihrer Ziele erreichen kann. So ist es vor allem bei *Hegel*, dem wir sicherlich die bedeutendste und genialste Lösung des geschichtsphilosophischen Problems verdanken, die bisher überhaupt zutage getreten ist. Windelband schließt sich ihm hier ganz an. „Alle großen Wirkungen der geschichtlichen Persönlichkeiten — das hat *Hegel* vorzüglich entwickelt — beruhen darauf, daß die leidenschaftliche Energie ihres Willens, im Grunde genommen, gerade auf diejenigen Ziele gerichtet ist, welche in dem gärenden Zustande des Gesamtlebens zwar die treibenden Kräfte, aber sich selbst noch nicht zum vollen Bewußtsein geworden sind . . . Je weiter deshalb die Persönlichkeit zur besonnenen Klarheit sich aufringt, um so mehr vernichtet sie in sich selbst das bloß individuelle Moment, worin ihre natürliche Veranlagung bestand. So kommt diese ganze Spannung zwischen der Persönlichkeit und der Gesamtheit zu dem Schlußergebnis, daß alles Wertvollste und Höchste, was der Einzelne erringen kann, etwas *Unpersönliches* und *Überpersönliches* an sich hat. . . . Die Unabhängigkeit solcher Werte von den in der Individualität ihrer Träger natürlich gegebenen Bedingungen sprechen wir wohl auch so aus, daß diesen Werten eine von den zeitlichen Anlässen unabhängige, d. h. eine ewige Geltung zukomme: so gelangen die logischen, so die ethischen Gesetzmäßigkeiten als ewige Werte in dem zeitlichen Kampf des historischen Lebens zur Verwirklichung. Für die Persönlichkeit folgt daraus als ihr höchstes Ziel „Sich aufzugeben ist Genuß“; für die Gesamtheit ergibt sich als letzter Ertrag, daß ihre Lebensordnungen sich immer reifer und vollkommener den Vernunftordnungen annähern, zu deren zeitlicher Verwirklichung sie berufen sind.“

Eine in mehrfacher Beziehung wertvolle Ergänzung zu diesen Gedankengängen *Windelbands* bildet eine vor kurzem erschienene kleine Schrift von Dr. Fritz Neef: „*Gesetz und Geschichte*“ (Tübingen 1917, J. C. B. Mohr), die er als „Eine philosophische Gabe aus dem Felde“ bezeichnet, und der *Rud. Eucken* ein kurzes Geleitwort mitgegeben hat. Wertvoll ist sie schon dadurch, daß dem Verfasser, der seine Gedanken fern von den literarischen Hilfsmitteln mitten im Dröhnen des Weltkrieges niederschrieb, gerade das zum persönlich erlebten Problem schon frühzeitig geworden und in der Kriegszeit geblieben ist, was auch für *Windelband* im Mittelpunkt steht: die Frage des Verhältnisses und der Grenzebeziehungen von Naturwissenschaft und Geschichtswissenschaft. Und dieses Problem, das ihm schon durch seinen Entwicklungsgang ganz allgemein gestellt war — die Naturwissenschaften waren von Anfang an sein Hauptstudium und die Philosophie blieb ihm dabei „eine treue Begleiterin auf mancherlei Wegen“ —, sucht er nun auch in diesen, wenn auch nur kurzen und mehr skizzenhaften Darlegungen, im engen Anschluß an *Windelband*, wenn auch kritisch selbständig, zu lösen.

Neef nimmt von vornherein seinen Ausgangspunkt von *Windelbands* berühmter Straßburger Rektoratsrede, in der er Geschichte und Naturwissenschaft einander gegenüber gestellt hat. Hier sagt er u. a.: „Die Erfahrungswissenschaften suchen in der Erkenntnis des Wirklichen entweder das Allgemeine in der Form des Naturgesetzes oder das Einzelne in der geschichtlich bestimmten Gestalt; sie betrachten zum einen Teil die immer sich gleichbleibende Form, zum anderen Teil den einmaligen in sich bestimmten Inhalt des wirklichen Geschehens. Die einen sind Gesetzeswissenschaften, die anderen Ereigniswissenschaften; jene lehren, was immer ist, diese, was einmal war.“ Oder auf die kürzeste Formel gebracht: die Naturwissenschaft sucht Gesetze, die Geschichte sucht Gestalten.

Diese scharfe Gegenüberstellung gibt freilich von vornherein zu dem kritischen Bedenken Anlaß, welchem Neef mit Recht Ausdruck gibt: sie verführt sehr leicht und hat vielfach verführt zu dem Mißverständnis und der Verallgemeinerung, als ob eine naturwissenschaftliche Methode, nämlich die der Gesetzgebung, als die naturwissenschaftliche Methode schlechthin gemeint wäre und als Naturwissenschaft überhaupt gelte, so daß Wissenschaft und Methode damit gleichgesetzt wären; und sie hat weiter zu dem noch viel größeren und in seinen Wirkungen verhängnisvolleren Mißverständnis geführt, als ob nur diese eine naturwissenschaftliche Methode, nämlich die der Gesetzgebung, die Methode aller Wissenschaft überhaupt wäre, so daß also auch innerhalb der Geistes- oder sogenannten Kulturwissenschaften das Kriterium aller Wissenschaftlichkeit darin zu erblicken wäre, ob und wie weit sie nach naturwissenschaftlichem Vorbilde zur Gesetzesbildung

gelange. Neef führt zwei Gründe an — es gibt deren freilich auch noch andere —, die zu dieser mißverständlichen Auffassung hingeführt haben: einmal ist es der empirisch-praktische Betrieb der Naturforschung selbst, der in der Tat ja zumeist (nicht immer) beherrscht wird vom Willen zum Naturgesetz, also darauf abzielt, alle Einzelerscheinungen auf allgemeine Gesetze zurückzuführen, vor allem durch das Experiment, das Gemeinsame der qualitativ gesonderten Wirklichkeit aufzuzeigen und quantitativ im verbindenden Naturgesetz zu bestimmen, und sodann ist der zweite Grund die historische Lage des philosophischen Denkens, insbesondere der beherrschende Einfluß der Kantischen Philosophie, welche letztere man wiederum ganz einseitig und mißverständlich in dem Sinne interpretierte, daß sie der extrem mechanistisch gerichteten Auffassung in der heutigen Naturforschung entgegenkommt, die in der Natur letztlich Gesetze suchen zu müssen glaubt.

Demgegenüber muß mit Nachdruck betont werden: Die Natur besitzt auch Geschichte und nicht nur Gesetze. Und wo man, im steten Umgang mit dem Experiment lebend und daher ganz unter dem Eindruck des Gesetzmäßigen in der Natur stehend, die geschichtliche Seite der Natur vergißt, braucht man nur durch die Namen von *Lamarck*, *Goethe*, *Darwin* daran zu erinnern, wie wichtig und umfassend sie gerade auch für die Lage der gegenwärtigen Forschung geworden ist. Dieselbe Erinnerung gilt aber auch z. B. ebenso wohl für diejenigen Vertreter der Geisteswissenschaften, welche die Psychologie von ihrem Bereich ausschließen wollen, als für die, welche sie zur Grundlage aller Geisteswissenschaft überhaupt machen wollen, beide mit derselben Begründung, daß sie eben eine Naturwissenschaft sei — die ersteren sagen: „nur“ Naturwissenschaft —, das ist eben eine mit dem Experiment arbeitende Gesetzeswissenschaft, während die Psychologie, welche der Historiker brauche, Kunst sei, also überhaupt keine Wissenschaft. Auch hier wird übersehen, daß auch die Psychologie im exakten Sinne eine geschichtliche Darstellung des Seelenlebens geben kann, daß sie nicht nur von Gesetzen, sondern auch von seelischem Geschehen handelt. Vermeidet man aber nun solche Einseitigkeiten und Mißverständnisse, so kann man in der Tat *Windelbands* scharfe Gegenüberstellung — die Naturwissenschaft habe es mit Gesetzen, die Geschichte mit Gestalten zu tun — als eine wertvolle Unterscheidung anerkennen. Nur wird man auch alsdann noch sich hüten müssen, in dieser Unterscheidung mehr als das, nämlich einen unüberbrückbaren Gegensatz zu sehen, der jede Beziehung und alles Gemeinsame ausschließe. In der Tat aber steht beides auf demselben Boden der einen gemeinsamen Erkenntnis. Denn diese ist überall selektive Synthesis, d. h. sie nimmt nicht, wie das naive Denken meint, die Gegenstände als ein Fertiges, Fremdes in sich auf, um sie bloß im eigenen Inneren zu wiederholen und abzubilden,

sondern sie wählt aus, gestaltet sich mit eigenen Mitteln eine neue Welt, erarbeitet sich bewußt und absichtlich ein Eigenes über und neben der Wirklichkeit. Dies geschieht vermitteltst eigentümlicher Organe des Bewußtseins, vor allem der Begriffe, durch die ein Neues gebildet wird. Aber Begriffe *sind* nicht, sondern sie gelten nur, und zwar nur für uns in der Erkenntnis für die Wirklichkeit. Der Begriff „ist kein Bild und daher nicht anschaulich. Er ist ein Symbol.“ Begriffe (und Zahlen) sind also wertvolle *Mittel* der Erkenntnis, jedoch nicht Ziel und Zweck der Erkenntnis. Ziel der Erkenntnis ist die Wirklichkeit, die Realität, wie sie Natur und Kultur ausmacht. Die Mittel der Erkenntnis sind nicht die Erkenntnis selber. Demnach bedeutet es also auch nur einen Unterschied der Art nach, keineswegs aber einen ausschließenden Gegensatz, wenn das eine Mal, in der Naturwissenschaft, die selektive Synthesis vermitteltst der Begriffe das *Gleichartige* heraushebt und zu *Gesetzen* vordringt, das andere Mal, in der Geschichte, das *Einzigartige* zu „begreifen“ sucht in der *Gestalt*, oder, anders ausgedrückt, das eine Mal das, was immer war und sein wird, das andere Mal das, was nur einmal war und nie wiederkehrt.

Man hat dann freilich einen spezifischen Unterschied zwischen Gesetzwissenschaft (Naturerkenntnis) und Geschichte darin von neuem sehen wollen, daß man der letzteren eine Beziehung auf *Werte* zuschrieb, die der ersteren gänzlich fehle, oder anders ausgedrückt, daß man die letztere rein anthropozentrisch faßte im Gegensatz zu ersterer — denn Werte und Wertvolles gibt es nur in Beziehung auf den Menschen. *Windelband* hat diese Auffassung mit in erster Reihe vertreten. Aber in der Tat besteht auch dieser Gegensatz keineswegs in seiner übertriebenen ausschließenden Bedeutung. So gibt es Wertbeziehungen ganz besonders in der historischen Biologie, so trägt die Entwicklungsreihe, wie sie *Häckel* insbesondere aufstellt, deutlich den Charakter eines wertbezogenen Zusammenhanges, insofern sie zum Menschen als „höchster“, d. i. wertvollster Stufe des Organischen, hinführt. Ganz allgemein meint aber *Neef* feststellen zu können, daß *jede* wissenschaftliche Erkenntnis, welcher Art sie auch sei, eine Wertbeziehung enthält, sei es eine allgemeine oder eine besondere individuelle, und dies vor allem deshalb, weil die selektive Synthesis und die Auswahl des Erkenntnisgegenstandes bedingt sind durch persönliche, individuelle Interessen und Wertbeziehungen. Wenn also etwa ein Historiker die Gestalt Bismarcks aus innerstem persönlichen Trieb, also um eines rein individuellen Wertes willen, zunächst zum Vorwurf nimmt, so mögen aus ähnlichem Antriebe vielleicht ein Geologe die Erforschung der Geschichte der Alpen, ein Botaniker die der Flora der Karbonzeit zum Ziele setzen — oder aber beide mögen auch wohl deshalb ihre Gegenstände für eine geschichtswissenschaftliche Betrachtung

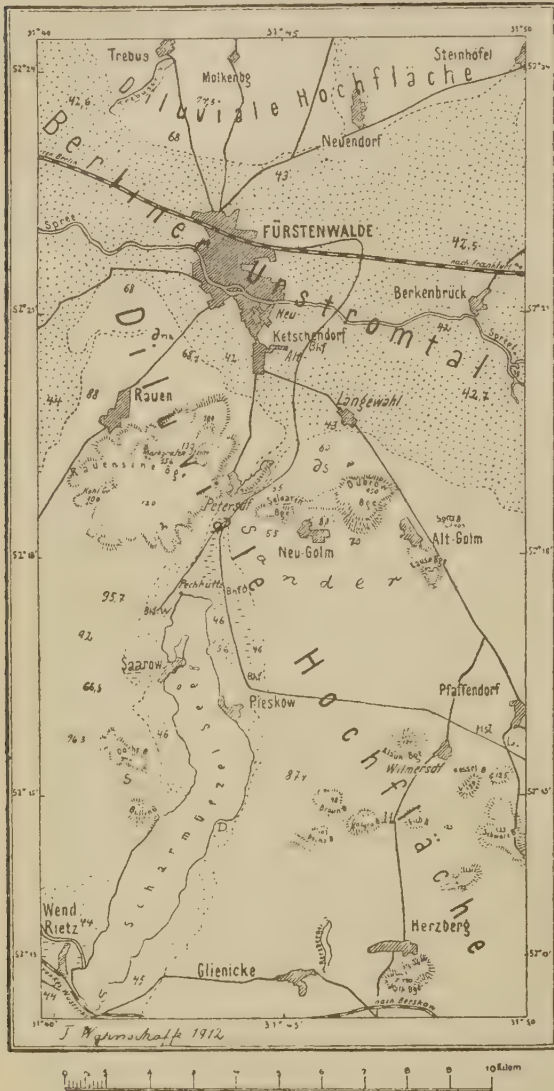
gewählt haben, weil sowohl die Alpen als auch die Kohle zu menschlicher Kulturtätigkeit in naher Beziehung, also in einer Wertbeziehung stehen.

Schließlich steht auch, umgekehrt, die Geschichte wiederum der Gesetzwissenschaft dadurch nahe, daß sie des Allgemeinen ebenso dringend wie diese bedarf, gerade auch zum Erfassen des Individuellen, der Gestalt. Denn „die geschichtliche Tatsache kann in ihrer *Einzigartigkeit* nie völlig begriffen und erklärt werden, sondern nur nach ihrer *Gleichartigkeit* mit anderen Tatsachen. Letztlich unbegreiflich ist aber nicht nur das individuelle Geschehen, sondern das Geschehen überhaupt.“

Das Verhältnis von Naturwissenschaft und Geschichte, Gesetz und Gestalt ist also, wie *Neef* zuletzt im einzelnen näher darlegt, nicht zu begreifen als ausschließender Gegensatz, sondern als Polarität, deren Glieder zueinander gehören und sich wechselseitig ergänzen. Sie zeigt sich von den verschiedensten Seiten her. „In der Verzeitlichung des zeitlos Geschauten erkennen wir die Geschichte, in der Verewigung des in der Zeit Verstandenen erkennen wir die Gesetze. So besteht alle Erkenntnis in wechselseitiger Gültigkeit des zeitlos Allgemeinen für das Besondere (im Gesetz) und des zeitlich Besonderen für das Allgemeine (in der Geschichte). Beide Erkenntnisweisen zusammen aber vollenden die Erkenntnis der Wirklichkeit. . . . Die Gesetzwissenschaften wollen Kausalität und Statik, gesetzliche Notwendigkeit und Erhaltung des Seins erforschen, die Geschichtswissenschaften dagegen sehen das Ziel ihrer Erkenntnis in Originalität und Dynamik, geschichtlicher Möglichkeit und schöpferischer Freiheit der Welt. . . . Geschichtliche Freiheit und gesetzmäßige Notwendigkeit, weit entfernt davon, sich in der wissenschaftlichen Erkenntnis als Gegensätze auszuschließen, erscheinen uns vielmehr als die beiden Wege, auf denen alle Wissenschaft fortschreiten kann. Den Primat des geschichtlichen Erkennens aber erblicken wir darin, daß im geschichtlichen Subjekt die Voraussetzung für das Gesetz der Objekte liegt.“ Diese Polarität der Erkenntnis gründet sich also zuletzt auf die Polarität des Bewußtseins, in dem wir Subjekt und Objekt einander zuordnen. Diese Polarität „läßt sich nicht verneinen, wohl aber durch die Tat überwinden, d. h. wenden, so daß ein Fortschreiten möglich ist und nicht der Stillstand unser Los ist: wir wenden uns vom Subjekt dem Objekt und vom Objekt dem Subjekt zu. . . . Dann werden wir nicht mehr voreilig den Satz aussprechen: Alles, was geschieht, geschieht *nur* gesetzmäßig notwendig, sondern bescheidener und im tiefsten Grund und Sinn auch befreiter daran denken, daß gesetzliche Notwendigkeit der Dinge Hand in Hand mit ihrer geschichtlichen Freiheit geht.“

Geologische Mitteilungen.

Über das Quartär und Tertiär bei Fürstenwalde an der Spree handelt eine im *Jahrbuch der Kgl. Pr. Geol. Landesanstalt*, Bd. XXXVI (Teil II, Heft 2) erschienene Arbeit, die noch der Feder des leider verstorbenen *Felix Wahnschaffe*, des bekannten Verfassers der „Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes“ entstammt. Die Darstellung gewinnt sehr an Anschaulichkeit und heimatkundlicher Bedeutung durch die reiche Ausstattung mit Textfiguren und Tafeln



meist nach ganz vorzüglichen photographischen Aufnahmen von *Therese Wahnschaffe*. Der Behandlung des Quartärs liegt die natürliche morphologische Gliederung des Gebietes zugrunde. Eine nördliche diluviale Hochebene wird durch die breite Senke des großen Warschau-Berliner Urstromtales, in dessen Mitte auch die Stadt Fürstenwalde liegt, abgetrennt von einer gleichartigen Hochfläche im Süden, die durch Endmoränen belebt und gegliedert ist.

I. Das Quartär. A. Das Urstromtal zieht innerhalb der Mark Brandenburg von der Einmündung der Obra in die Oder über Crossen, Müllrose, Fürstenwalde und Berlin bis Friesack, um sich dann mit dem nördlicher

gelegenen Thorn-Eberswalder Urstromtal zu vereinigen. Bei Crossen liegt der Boden des Urstromtales mit 48 bis 50 m über der Ostsee etwa 10 m höher als bei Fürstenwalde. Westlich dieser Stadt besitzt das Tal mit 3 km seine geringste Breite, die weiter östlich bald um das Dreifache anschwillt. Die Sohle des Urstromtales bildet ein 4 bis 8 m mächtiger Talsand, dessen Feinheit mit dem äußerst geringen Gefälle (2 m auf 12 km Entfernung in der Talmitte) in Einklang steht. In der Nähe der Talränder enthält er auch größere Gerölle. Im Liegenden des Talsandes steht ein kalkhaltiger kiesiger Sand von grauer Farbe an, der den am Rand der Diluvialhochflächen zutage tretenden geschichteten Kiesen und Sanden der letzten Vereisung entspricht. Unter diesen Kiesen und Sanden, den Trägern des oberen Grundwasserstromes der Gegend, wurde durch Bohrungen ein wasserundurchlässiger unterer Geschiebemergel festgestellt, unter dem ein zweiter Grundwasserträger folgt. Bei seiner Feinheit hat der diluviale Talsand spätere Dünenbildungen, namentlich im Süden der Spree, begünstigt. Die Sande eines rezenten Dünenwalles befinden sich noch heute in Bewegung. Entgegen der von *Solger* geäußerten Auffassung hat sich das Warschau-Berliner Urstromtal als durchaus einheitlich erwiesen, einem Rückzug des Inlandeises von Süd nach Nord entsprechend.

B. Die diluviale Hochfläche im Norden, das Trebuser Diluvialplateau, erhebt sich bis zu 90 m über NN. Die Oberfläche ist wellig, die Höhenunterschiede aber sind, wie es einer Grundmoränenlandschaft entspricht, unbedeutend. Dabei wird der Geschiebemergel an der Oberfläche teilweise von Geschiebesand überdeckt. Unter dem oberen Geschiebemergel liegen Sande und Kiese, in deren Liegendem ein unterer Geschiebemergel lagert, der am Ostufer des Trebuser Sees zutage geht und bei seiner Undurchlässigkeit Quellbildung im Gefolge hat.

C. Die südliche Hochfläche und die Endmoränen. Auch in der diluvialen Hochfläche südlich von Fürstenwalde finden sich geschichtete Kies- und Sandbildungen zwischen oberem und unterem Geschiebemergel. In ihnen wurden westlich des Dorfes Rauen Reste von *Elephas primigenius* Blb. gefunden. Bezeichnend für die Rauener Hochfläche sind die aus der vorgelagerten flachen Grundmoränenzone aufsteigenden Stauendmoränen, die, von West nach Südost ziehend, weithin sichtbare Höhenzüge bilden, an die sich nach S gut entwickelte Sanderebenen anschließen. Ihnen gehören die Rauenschen Berge (156 m), die Soldatenberge (110 m), die Dubrow- (149,5 m) und die Lauseberge (125 m) an. Fast bis zu ähnlichen Höhen erhebt sich südlich dieses großen Endmoränenzuges eine Vorstaffel mit den Alaunbergen (121 m), dem Kesselberg (139 m) und dem Bordelberg (119 m). Echte Blockpackungen auf der Höhe aller dieser Erhebungen kennzeichnen auch diesen Zug als Endmoräne.

In der Verlängerung des zwischen den Rauenschen Bergen und den Soldatenbergen gelegenen Petersdorfer Sees nach Süden liegt der größte Rinnensee der Mark Brandenburg, der Scharmützelsee mit einem Flächeninhalt von 1394,4 ha und einer größten Tiefe von 27,9 m. Seine Länge beträgt 13 km, seine größte Breite 1,6 km, beide Ufer sind von einer diluvialen Terrasse begleitet. Während einer Stillstandslage des Inlandeises wurde die Seerinne von den Schmelzwässern ausgefurcht, die dem Gletschertor zwischen den Rauenschen und den Soldatenbergen entsprangen.

II. Das Tertiär von Fürstenwalde gehört der oberen Formsandabteilung der miozänen Braunkohlenbildungen

an. Unter dem nördlichen Diluvialplateau und im Bereich des Urstromtales nur durch Bohrungen nachgewiesen, liegt es im südlichen Plateau, infolge von voreiszeitlichen tektonischen Störungen sehr viel höher im Kern der Endmoränenkuppen, Lagerungsverhältnisse, die unter der kräftigen Einwirkung des Eisdruckes die Herausbildung zahlreicher diluvialer Schichtstörungen weitgehend begünstigten. Die drei mächtigeren Flöze, die im Gebiete der Rauenschen Berge abgebaut werden, gehören der tieferen Zone an. Die Flöze weisen NO—SW gerichtete Falten auf und sind stark, 35—40°, ja bis zu 80° aufgerichtet. Die mannigfaltigen Aufpressungs- und Überschiebungserscheinungen der Eiszeit brachten kleinere Falten und Verwerfungen zuwege, durch Grubenaufschlüsse wurde aber auch eine Verwerfung in der Achse einer tertiären Sattelfalte freigelegt, die höheres Alter besitzt. Mehr oder minder vollständige Aufschlüsse der Tertiärbildungen und ihrer diluvialen Störungen und Faltungen finden sich auch in den Soldatenbergen, den Dubrowbergen, in der Gegend von Sauen, Saarow, Pechhütte, Silberberg, Diensdorf und Pieskow.

Die größten erratischen Blöcke der Mark Brandenburg sind die viel aufgesuchten Markgrafensteine auf den Rauenschen Bergen bei Fürstenwalde. Sie bestehen beide aus grobkörnigem gneisartigen Granit. Der ursprüngliche Umfang des großen Markgrafensteins hat 29,5 m, seine Höhe 8,5 m betragen. Friedrich Wilhelm III. ließ ihn in drei senkrechte Platten spalten, von denen nur noch die eine übrig ist. Einer dieser Teile lieferte die große Granitschale (6,9 m Durchmesser) im Lustgarten vor dem alten Museum in Berlin, seine Abfälle gaben einen mächtigen Tisch und drei mehr als 3 m lange Steinbänke für den Aussichtspunkt auf dem Kamm der Rauenschen Berge her. Auch die Adlersäule auf der Veranda des Berliner Schlosses und die Siegestsäule im Park von Babelsberg entstammen dem riesigen Block. Der einzig übriggebliebene Südteil hat immerhin noch eine Höhe von 6,6 m. Unversehrt ist der kleine Markgrafenstein (Höhe 5,7 m, Umfang 21,6 m), der über dem Erdboden eine breite flache Hohlkehle aufweist, die von Nordwestwinden ausgeblasen sein muß, wie sie besonders in der nachdiluvialen, nach einer Süßwasserschnecke benannten *Ancylus*-Zeit herrschten.

Ein neuer Saurier aus dem Buntsandstein von Bernburg¹⁾. Die Reste, die erst jetzt zur Aufstellung einer neuen Art und eines neuen Genus geführt haben, gründen sich keineswegs auf einen neuen Fund, sondern ruhten schon seit Jahrzehnten in der Sammlung des Geologischen Institutes der Universität Halle. Steinbruchbesitzer O. Merkel, der kundige und verdienstvolle Finder des wertvollen Skeletts, hatte es dem Hallenser Zoologen Giebel übergeben, der offenbar nicht zu seiner Bearbeitung kam. So geriet das Stück in Vergessenheit, bis es Freiherr von Fritsch unter den Vorräten der Sammlung wiederfand. Schließlich wurde die Platte mit den Saurierresten, nachdem sie fast ein zweites Mal der Vergessenheit anheimgefallen, von Herrn Geheimrat Walther seinem damaligen Assistenten E. Fischer zur Präparation und Bearbeitung übergeben, der leider vor Beendigung dieser Aufgabe auf dem Felde der Ehre fiel; so wurde die Bearbeitung von Prof. F. Broili in München fortgeführt und vollendet.

¹⁾ *Trachelosaurus Fischeri* nov. gen. nov. sp. Ein neuer Saurier aus dem Buntsandstein von Bernburg, von F. Broili und E. Fischer (†). Jb. d. Kgl. Pr. Geol. L.-A. für 1916, erschienen 1917.

Außer der Hauptplatte fanden sich noch eine Reihe kleinerer Bruchstücke in der Sammlung, so daß sich zwei Komplexe zusammenstellen ließen, deren Vereinigung durch fehlende Sandsteinstücke nicht möglich ist. Zur Erleichterung der schwierigen Freilegung und zur Aufsuchung versteckt liegender Knochen wurden Röntgenstrahlen benutzt. E. Fischer⁴⁾ zeigte, daß sich das fragliche Gestein des mittleren Buntsandsteins bis fast auf 10 cm Dicke durchleuchten läßt, wobei für jeden Zentimeter Gesteinsmächtigkeit etwa eine Minute Beleuchtungsdauer notwendig ist. Er wies weiter nach, daß sich die Röntgenstrahlen eignen zum Sichtbarmachen oberflächlich verdeckter Knochen, zur Feststellung der relativen Stärke der Verknöcherungen und zur Beobachtung von Knochenstrukturen.

Die Knochen des ziemlich zerfallenen Skeletts sind über eine Fläche von 2—3 qm Größe ausgestreut und nicht ganz vollständig geborgen. Erhalten sind geringe Teile des Schädels, die Halswirbelsäule, meist noch in natürlichem Zusammenhang, daneben zahlreiche Halsrippen, die Brustwirbelsäule und zahlreiche Rippen, zusammenhängende und zerstreute Teile des Bauchrippenapparates, die Schwanzwirbelsäule, vorn noch im Zusammenhang, weiter hinten zerfallen, unsichere Teile des Brustschultergürtels (Coracoid?), vom Becken ein gut erhaltenes Ilium, ein Femur, einige Hand- und Fußwurzelknochen, dazu einige Tarsalia und Phalangen. Die wichtigsten Teile des Schädels, der Brustgürtel und die Vorderextremität fehlen völlig. Die Gesamtlänge des Tieres muß etwa 150—170 cm betragen haben. Broili berechnet im einzelnen 10—12 cm auf den Schädel, 56—58 cm auf den Hals, 40—50 cm auf den Rumpf und rund ebensoviel auf den Schwanz. Ungemein beweglich und lang war der Hals, der den kleinen Schädel mit dem walzenförmigen Rumpf verband. Der Gastralapparat war kräftig entwickelt, der Körper von stämmigen, ziemlich kurzen Beinen getragen. Die Ausbildung des Darmbeins spricht entschieden für einen Landbewohner, der zusammen mit *Capitosaurus* und *Trematosaurus*, den viel schwerfälligeren Stegocephalen der Chirotheriensichten, die Sümpfe mit der ausschließlich von Bernburg bekannt gewordenen *Pleuromciacen*-Vegetation bewohnte. Das gänzliche Fehlen mariner Fossilien in den Chirotheriensichten des mittleren Buntsandsteins von Bernburg ist diesen Vorstellungen gleichfalls günstig.

Das Fehlen des Schädels erschwert begreiflicherweise die Festlegung der zoologischen Verwandtschaft in hohem Maße. Trotz einiger gemeinsamer Merkmale liegt ein *Protorosauride* nicht vor. Dagegen ist die Zahl gemeinsamer Merkmale mit den *Nothosauriden* nicht unbeträchtlich, und die Unterschiede sind nicht so schwerwiegender Art. Wahrscheinlich sind die *Nothosaurier* auf dieselbe Wurzel zurückzuführen, wie *Trachelosaurus*, der ihrer Ausgangsform offenbar nahestanden hat. Die *Trachelosauria* Broili haben aber zweifellos als selbständige Tiergruppe innerhalb der Sauropterygier zu gelten. Sie haben einen kleinen Schädel, eidechsenartige Körperform, langen, beweglichen Hals, gedrunghenen Rumpf und kurze, kräftige Beine. Gut entwickelt ist der Bauchrippenpanzer, das Darmbein besitzt den Charakter eines Nichtschwimmers. Obere Bogen sind mit den Wirbelkörpern am Hals und an den vorderen Rückenwirbeln verschmolzen, die Wirbel sind in sehr geringem Maße amphicöl. Die Halsrippen sind zweiköpfig und gelenken nur am Wirbelkörper.

⁴⁾ Zur Anwendung der Röntgenstrahlen in der Paläontologie; Mitt. d. Natf.-Ges. zu Halle; 4. Bd., 1914.

Die Farne und farnähnlichen Gewächse des Culms von Europa haben durch *Oberste Brink*¹⁾ eine kritische Sichtung erfahren, nachdem auf diesem Gebiet lange Zeit lästige Unklarheiten geherrscht hatten. Die Zahl der bisher angeführten Arten wird dadurch begreiflicherweise nicht unerheblich, und zwar auf 50, reduziert. Da es sich meistens beim europäischen Culm um Meeresablagerungen handelt, denen Kohle nicht eingelagert ist — die Vorkommen im Königreich Sachsen gehören zu den wenigen Fällen, wo es bereits in der Culmzeit zur Flözbildung kam —, ist die Erhaltung zarter Wedelspreiten in der Regel unvergleichlich viel seltener als im Oberkarbon. Dementsprechend kann es nicht wundernehmen, daß 50 gesicherten Arten des europäischen Culm die doppelte Anzahl von in der Literatur beschriebenen Farnarten gegenübersteht, deren mangelhafter Erhaltungszustand spezifische Art — manchmal auch Gattungsbestimmungen — ausgeschlossen erscheinen läßt.

Auch diese *Spezies dubiae* sind unter Gegenüberstellung kritischer und erläuternder Bemerkungen tabellenartig den Artbesprechungen angegliedert. Eine ganze Reihe von Arten sind nur in je einem einzigen Exemplar bekannt geworden, nur sechs wurden im Zusammenhang mit ihren fertilen Organen gefunden.

Mittladerlose *Archaeopteriden* mit 24 Arten bilden die Hälfte der Culmischen Farnflora, ein weiteres Viertel aller Arten entfällt auf die *Sphenopteriden*. Dagegen kennt man nur eine *Pecopteride* und zwei *Neuropteriden*. Sowohl im Culm wie im Oberkarbon findet sich ein Fünftel der Arten.

Die Farnarten verteilen sich nicht gleichmäßig über die verschiedenen Culmgebiete; da, wo kein langer Wassertransport zerstörend wirken konnte und die Reste nicht weit vom Orte ihres Wachstums zur Einbettung gelangten, sind die Floren vollständiger überliefert.

Am reichsten sind die mährisch-schlesischen Dachschiefer mit 29 Arten; der niederschlesische Culm enthält 10 weniger, und von Ebersdorf Hainichen in Sachsen kennt man nur 9 Culmfarne, aus Thüringen gesichert 4, zwei weitere Arten sind aber wahrscheinlich. Demgegenüber hat der Nassauische Culm des Dillgebietes 7, der vom Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges 1 Art aufzuweisen, aus dem südlichen Schwarzwald und aus den Vogesen werden je 3 Culmfarne genannt. Aus Frankreich sind 10 Arten, aus dem englischen Unterkarbon 8, aus dem schottischen 14 Arten sicher festgestellt, von Spitzbergen 5, von Grönland 1 Art bekannt gemacht worden. Die häufigsten Culmfarne sind keineswegs gleichmäßig über die einzelnen Verbreitungsgebiete verteilt, so daß floristische Differenzierungen, wie man sie aus dem Oberkarbon kennt, schon zur Culmzeit nicht unwahrscheinlich erscheinen.

Über die Variation der Blattform von *Ginkgo biloba* L. und ihre Bedeutung für die Paläobotanik. Die durch bezeichnende Abbildungen wiedergegebenen Formabänderungen der Belaubung von *Ginkgo biloba* nahm *R. Kräusel*²⁾ zum Ausgangspunkt, um die erheblichen methodischen Mißstände bei der Artbegrenzung in der Paläobotanik zu beleuchten. Während der Botaniker bei der Artbegrenzung beträchtliche Variationsmöglichkeiten der rezenten Pflanzen mit in Rechnung zieht, soll bei der Behandlung fossiler Arten häufig der geringste Unterschied zur Aufstellung neuer Arten

ausreichen. Ihr Wert ist dementsprechend oft recht zweifelhaft. Den Fernerstehenden wird häufig eingehende Kenntnis und Artenreichtum vorgetäuscht, wo nur wenig besagende Bruchstücke vorliegen. Die Folge ist eine verwirrende Fülle von fossilen Arten, die das Zusammenarbeiten von Botanik und Paläobotanik so erschweren. Nach *Kräusel* unterliegt es keinem Zweifel, daß eine Reihe aufgestellter *Ginkgo*-ähnlicher fossiler Pflanzenarten (außer *Ginkgo* kommen die nahe verwandten Gattungen *Baiera*, *Saportae*, *Ginkgophyllum* und *Ginkgodium* in Frage) nicht viel beträchtlichere Abweichungen der zur Unterscheidung benutzten Blattform zeigt, als der rezente *G. biloba*. Es liegt nahe, zu prüfen, ob die Aufstellung dieser Arten überhaupt als zu Recht bestehend gelten darf. Eine Revision unter diesem Gesichtspunkt, den für die fossilen *Ginkgoaceen* *Seward* bereits erörterte, ohne allerdings auf die Abänderungen der Blattform des einzigen lebenden Vertreters dieser Gruppe³⁾ näher einzugehen, erscheint demnach durchaus gerechtfertigt und wünschenswert.

Das Geschlecht der Gattungsnamen auf *ites* (und *ytes*) ist in der geologisch-paläontologischen Literatur nicht immer mit männlichen, sondern teilweise auch mit weiblichen Artnamen gekennzeichnet worden. So haben die Ammonitengenera auf *ites* männliche Artnamen, *Ananchytes* in der Regel aber einen weiblichen, *Favosites* ist meist, *Halysites* wohl immer als weiblich bezeichnet, während *Nummulites* in der Regel als männlich bezeichnet wird. — Auch im Bronnschen Enumerator sind einige auf *ites* endigende Gattungsnamen als weiblich behandelt, wie *Escharites*, *Melicerites*, *Ovulites*. *V. Hilber* weist im Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie (1917, Heft 13/14) auf die grammatische Grundlage dieser Zubenennungen hin. Bei der Latinisierung muß die Endung zweifellos das ihr im Griechischen zukommende männliche Geschlecht beibehalten mit Ausnahme einiger weniger Namen, die ihrer eigenen Bedeutung nach weiblich sind. Praktisch trifft das wohl nur zu für einige Baumnamen, wie *Pinnites* und *Araucarites*.
J. Weigelt, Halle.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten der Biologie.

Ontogenetische Gestaltsveränderungen des Meckelschen Knorpels der Sauropsiden. (*N. G. Lebedinsky*, Anat. Anz. 50. Band, Nr. 13/14, 1917.) Bei allen Wirbeltieren entwickelt sich der primordiale Unterkiefer innerhalb der ersten Schlundbogen aus zwei selbständigen, beiderseits gelegenen Verknorpelungszentren, wächst im Laufe der Entwicklung in proximal-distaler Richtung, der die Vorderenden seiner beiden Hälften trennende Abstand wird immer kleiner, bis diese aufeinander treffen und schließlich miteinander verwachsen. Bei Fischen, Amphibien und Säugern kommen meistens nur ganz einfache bogenförmige Krümmungen des primordialen Unterkiefers vor, die fast immer dem Verlaufe des fleischigen Unterkieferrandes folgen. Nur bei der Blindwühle *Ichthyophis glutinosus* und der Urodelen-Art *Amblystoma Jeffersoniana*, und unter den Säugern bei *Echidna* sind S-förmige Auskrümmungen bekannt, die an die, wenn auch viel komplizierteren Biegungen der embryonalen Meckelschen Knorpel der Sauropsiden erinnern. Bei jungen Haushuhn-, Schildviper- und Ringelnatterembryonen sind wechselnd starke, in der Frontalebene gelegene S-för-

¹⁾ Beiträge zur Kenntnis der Farne und farnähnlichen Gewächse des Culms von Europa, Jb. d. Kgl. Pr. Geol. L.-A. Bd. XXXV, Teil I, Heft 1.

²⁾ Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1917, Nr. 3.

mige oder noch kompliziertere Krümmungen beobachtet worden.

In der oben angeführten Arbeit wurde das Verhalten des embryonalen Meckelschen Knorpels einer speziellen Untersuchung unterworfen. Als Material dienten ca. 70 Vögel- und Reptilienembryonen (Haussperling, Hausente, Haushuhn, Haustaube, Rabenkrähe, Lach- und Silbermöve, Goldammer, Zauneidechse, Schildviper). Es stellte sich dabei folgendes heraus.

Während der Embryonalentwicklung kommen bei Vögeln und Reptilien mehrfache „schlängelnde“ Auskrümmungen der Meckelschen Knorpel vor.

Es handelt sich dabei in höchstem Ausbildungszustand um vier verschieden weit voneinander entfernte, alternierend medial-, bzw. lateralwärts gerichtete (vgl. das nebenstehende Schema) und meistens in der Frontalebene des embryonalen Unterkiefers gelegene Biegungen, die, soweit bekannt, nur bei den Sauropsiden vorkommen.

Im großen ganzen gleichen sich die Krümmungen bei allen daraufhin bis jetzt untersuchten Sauropsiden. Andererseits sind, sowohl für verschiedene Arten, als auch für verschiedene Entwicklungsstadien einer und derselben Art, gewisse Eigentümlichkeiten in der Stärke und der Verteilung einzelner Biegungen charakteristisch.



Die bisherigen spärlichen paläontologischen Befunde geben vorderhand keinen genügenden Aufschluß über die phylogenetische Bedeutung des beschriebenen Phänomens. Immerhin verdient in diesem Zusammenhang erwähnt zu werden, daß solche den Urreptilien nahestehende Formen, wie die zu den Cotylosauriern gehörenden permischen *Limnoscels* und *Paraiasaurus*, eine den embryonalen Auskrümmungen ziemlich ähnliche Biegung des Unterkiefers aufweisen.

Autoreferat.

Die Erzeugung und Befreiung der Sporen bei *Coprinus sterquilinus*. (R. Buller, Jahrb. f. wissensch. Bot. 56, 1915.) Die Sporenverbreitung bei den Hutpilzen bietet eine Fülle von biologisch bemerkenswerten Tatsachen. Schon *Falck* hat sich mit diesen Vorgängen näher beschäftigt und gefunden, daß viele Hutpilze in dieser Hinsicht zu außerordentlichen Leistungen befähigt sind. Entsprechend ihrem geringen Gewicht werden die Sporen auch bei völliger Windstille über große Strecken verbreitet. *Falck* stellte, um Luftströmungen möglichst auszuschließen, Fruchtkörper an den Boden großer Glaskästen und ermittelte, daß nach kurzer Zeit der ganze Innenraum auch in höheren Etagen mit Sporen dicht besät war. Um dieses seltene Verhalten zu erklären, nimmt *Falck* an, daß die minimale Wärmeproduktion, die natürlich mit den Lebensprozessen des Fruchtkörpers verknüpft ist, ausreicht, um in der Luft aufwärts gerichtete Strömungen zu erzeugen, von denen die Sporen erfaßt werden. Im Freien, wo ja nie vollkommene Windstille herrscht, wird die Verbreitung naturgemäß viel größere Dimensionen annehmen.

Weitere interessante Daten bringt *Buller* in verschiedenen Arbeiten, von denen die letzte (1915) einen guten Überblick liefert. Untersucht wurden eine Reihe von Agaricineen verschiedener systematischer Stellung. Nach dem anatomischen Bau und dem physiologischen Verhalten unterscheidet *Buller* den Psalliotatypus und den Coprinustypus. Der Psalliotatypus ist verwirklicht bei Psalliota, Pholiota und anderen derb gebauten Gattungen. Hier sind die Lamellen der Hutunterseite im Querschnitt keilförmig und spitzen sich nach unten mehr und mehr zu. Der Fallraum zwischen den Lamellen verbreitert sich also nach der Basis fortschreitend. Die ganzen Längswände sind, wie dies ja für alle Agaricineen bezeichnend ist, mit den sporenbildenden Organen, den Basidien, bedeckt. Aus dem gesamten Bau der Lamellen folgt nun, daß sich die Flugbahnen beim Ausstreuen der Sporen nicht überschneiden. Die Entledigung der Sporen erfolgt nämlich in der Weise, daß sie zunächst durch einen aktiven Schleudermechanismus etwa 0,2 mm in horizontaler Richtung weggeschleudert werden und dann ziemlich unvermittelt in die vertikale Falllinie übergehen. Berücksichtigt man dabei den Neigungswinkel der Insertionsebene, so begreift man, daß lauter parallele Sporenbahnen zustande kommen. Dadurch wird erreicht, daß alle Sporen gleichzeitig ausgestreut werden können, ohne sich bei der Ausstreue gegenseitig zu stören. Der Coprinustypus ist in mehreren wesentlichen Punkten vom Psalliotatypus verschieden. Die Lamellen sind hier nicht keilförmig, sondern besitzen parallele Wände. Erfolgte hier die Sporenreife in niederen und höheren Zonen ebenfalls zu gleicher Zeit, dann wären, da die Fallbahnen alle in eine Ebene zu liegen kommen, Kollisionen unvermeidlich. Dem wird nun dadurch entgegengewirkt, daß die Ausstreue sukzessiv erfolgt; die Reife schreitet von unten nach oben fort. Der Teil der Lamellen, welcher seine Sporen abgestoßen hat, wird durch einen eigenartigen Vorgang der Selbstverdauung zerstört und gibt somit immer höher gelegene Regionen frei, bis schließlich der obere Rand der Lamellen erreicht wird und der Hut in sich zusammensinkt. Jedenfalls ist der Coprinustypus der abgeleitete, und es läßt sich auch biologisch erklären, wie er aus dem Psalliotatypus entstanden ist. Der wesentliche Gesichtspunkt ist zweifellos die Materialersparnis. Alle Coprinusarten sind mehr oder minder ephemere Formen, die rasch aus dem Mist hervorschießen, in kurzer Zeit ihren Lebenszyklus vollenden und kein nennenswertes Hutfleisch bilden. Nun ist es ohne weiteres verständlich, daß die dünnen, parallelwandigen Lamellen viel weniger Substanz erfordern als die keilförmigen, und so kann man die sukzessive Ausstreue der Sporen als eine durch die anatomischen Verhältnisse gebotene Anpassung an die ungünstigeren Insertionsverhältnisse, die mit Rücksicht auf die Materialersparnis eingetreten sind, betrachten. Ökologisch bedeutungsvoll ist dann ferner bei beiden Typen das langsame Fallen der Sporen. *Buller* stellte Werte von 4 mm pro Sekunde fest. Beträgt also der Fallraum mehrere Zentimeter, dann ist reichlich Gelegenheit geboten, daß die Sporen unterwegs von einer Luftströmung erfaßt

würden. Wenn man bedenkt, daß ein Hutzpilz schätzungsweise 100 000 000 Sporen zu bilden vermag, dann ersieht man, daß in dieser Weise eine Verbreitung auch über weitere Strecken gesichert ist.

Die Erbllichkeit des sporadischen Kropfes. (H. W. Siemens, Zeitschr. f. indukt. Abstammungsl. 18, 1917.) Die Entstehungsursachen des Kropfes sind schon lange der Gegenstand lebhafter Diskussionen. Zwei Annahmen stehen sich hier scharf gegenüber: nach der einen handelt es sich hier um eine richtige Infektionskrankheit, nach der andern um eine innerlich bedingte erbliche („genotypische“) Mißbildung. H. W. Siemens bringt nun Tatsachen, die dafür sprechen, daß beide Mutmaßungen nebeneinander zu Recht bestehen. Das Kropfphänomen ist nämlich nicht einheitlich, sondern es müssen 2 Typen kropfartiger Erkrankungen auseinandergehalten werden, der endemische und der sporadische Kropf. Der endemische Kropf ist an bestimmte Kropfgegenden (z. B. Freiburg i. B.) gebunden. Daß diese lokale Häufigkeit durch Ansteckung und nicht durch Vererbung zu erklären ist, läßt sich aus folgenden Tatsachen erschließen. Erstlich tritt der Kropf an solchen Orten nicht nur beim Menschen auf, sondern gleichzeitig auch bei verschiedenen Tieren (Hund, Katze, Schwein, Kaninchen

usw.). Ferner können zugereiste Personen vom Kropf befallen werden, während bei Wegziehenden mitunter das Leiden Schritt für Schritt verschwindet. Es ist sogar gelungen, bei Hunden durch Darbietung von Wasser aus Kropfgegenden die Krankheit künstlich zu erzeugen. Diese Daten in Verbindung mit der Tatsache, daß der Kropf von Zeit zu Zeit in Kasernen, Pensionaten usw. geradezu epidemienhaft auftritt, legt die Vermutung nahe, daß die Krankheit durch irgend einen Krankheitserreger bedingt ist. Damit im Einklang steht, daß für eine im brasilianischen Bergland endemische Schilddrüsenerkrankung, die ähnlich wie der Kropf häufig von Kretinismus begleitet ist, ein solcher Krankheitserreger (*Trypanosoma minanense*) festgestellt werden konnte.

Der sporadische Kropf erscheint ganz unabhängig von solchen Kropfgegenden. Äußere Ursachen für sein Auftreten lassen sich nicht erkennen, dagegen fällt auf, daß sich in einer Familie oft mehrere Fälle häufen. Siemens führt einen Fall an, bei dem das Übel durch 5 Generationen verfolgt werden konnte. Damit ist die Erbllichkeit des sporadischen Kropfes bewiesen. Nach welchen Regeln aber die Vererbung erfolgt, muß erst durch reichhaltigeres Material ermittelt werden. *Peter Stark, Leipzig.*

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften.

26. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

Herr Rubens las über die Brechungsexponenten einiger fester Körper für kurze Hertz'sche Wellen. Nach einer Interferenzmethode wurden die Brechungsexponenten von 5 Kristallen und 7 amorphen Körpern, meist Jenaer Gläsern, für Strahlen von der Wellenlänge 5,7 cm ermittelt und die erhaltenen Werte mit den Ergebnissen früherer optischer Messungen im äußersten ultraroten Spektrum sowie mit den Werten verglichen, welche für die Dielektrizitätskonstanten der gleichen Stoffe bei Anwendung Hertz'scher Wellen von 10 cm Länge beobachtet worden sind. Auch die neuen Versuche bestätigen die Tatsache, daß die untersuchten festen Körper im Gebiete der Hertz'schen Wellen keine merkliche Dispersion aufweisen.

18. Oktober. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr Rothe.

1. Herr Nernst las über die unmittelbare Anwendung des neuen Wärmesatzes auf Gase, die durch die neueren Anschauungen der sogenannten „Entartung“ ermöglicht ist. Die von verschiedenen Autoren aufgestellten Zustandsgleichungen über das Verhalten der Gase bei sehr tiefen Temperaturen werden miteinander verglichen und die Möglichkeiten zu ihrer experimentellen Prüfung erörtert. Wünschenswert sind möglichst vergleichbare Messungen über das Verhalten von Wasserstoff, Helium und Neon, und zwar von Wasserstoff besonders in dem Gebiete, in welchem er seine Rotationsenergie verloren und somit den „thermisch ematomigen“ Zustand angenommen hat. — Die obigen Ausführungen werden in einer demnächst erscheinenden Monographie „Die theoretischen und experimentellen Grundlagen des neuen Wärmesatzes“ veröffentlicht werden.

2. Herr Stumpf legte eine Abhandlung vor: Die

Attribute der Gesichtsempfindungen. (Abh.) Sie behandelt hauptsächlich die seit E. Hering strittige Frage, ob Stärkeunterschiede im eigentlichen Sinne bei den Gesichtserscheinungen vorkommen. Der Verfasser glaubt sie mit G. E. Müller bejahen zu müssen. Daneben werden Qualität und Helligkeit, nicht aber Sättigung, als selbständige Attribute unterschieden. Als Vorfrage wird die Möglichkeit einer subjektiven Analyse sogenannter Mischfarben nach Analogie der Klanganalyse erörtert und im verneinenden Sinne beantwortet.

25. Oktober. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

Herr Rubner sprach über die Verdauung der Nahrungsmittel bei dem Menschen, im besonderen über die Volksnahrungsmittel aus dem Pflanzenreich. Die Gründe für die Verschiedenheiten der Verdauung wurden im einzelnen dargelegt und der Stand der Volksgesundheit im Zusammenhang mit der Kriegsernährung behandelt.

1. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr Rothe.

Herr Stumpf sprach über die Synthese von Vokalen und Instrumentalklängen. (Ersch. später.) Nach Anleitung der früher beschriebenen Analysen wurden alle deutschen Vokale einschließlich der Umlaute durch ein System von 27 Pfeifen, die durch Interferenzröhren von ihren Obertönen befreit waren, synthetisch dargestellt. Die Naturtreue wurde durch unwissentliche Versuche bestätigt. Die Lage der Formanten und der Einfluß jedes Teiltones konnten bestimmt werden. Auch instrumentale Klänge ließen sich nachbilden.

8. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

1. Herr Orth las: Zur Nomenklatur der Tuberkulose. Es wurde die historische Entwicklung der

heutigen Nomenklatur der Tuberkulose und ihres Erregers, des Tuberkelbazillus, dargelegt, gezeigt, wie häufig in der ärztlichen Nomenklatur die technische Bedeutung von Worten mit ihrer sprachlichen nicht übereinstimmt, endlich ausgeführt, in welcher Weise unter Erhaltung der jetzt in der ganzen Welt geltenden Bedeutung des Wortes Tuberkulose als Bezeichnung einer durch den Tuberkelbazillus erzeugten Infektionskrankheit die verschiedenen bei dieser Krankheit vorkommenden krankhaften Gewebsveränderungen, insbesondere in den Lungen bei der Lungenschwindsucht, bezeichnet werden können.

2. Herr *Hellmann* legte eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. *Adolf Schmidt* in Potsdam vor: *Über Schwingungen in einem unregelmäßig veränderlichen Kraftfeld*. (Ersch. später.) Es wird die mathematische Theorie der Schwingungen eines Magnets in dem nach Richtung und Stärke regellos schwankenden erdmagnetischen Felde entwickelt, und zwar zunächst für ungedämpfte, dann für gedämpfte Schwingungen. Darauf gestützt wird die Reduktion der beobachteten Schwingungsdauer auf einen konstanten mittleren Zustand des Feldes abgeleitet. Die erhaltenen allgemeinen Resultate werden auf einige besonders wichtige spezielle Fälle angewandt.

15. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Roethe*.

Herr *Penck* sprach über die *Poebene*. Die Oberflächengestalt der Poebene kann aufgefaßt werden als eine Serie von Schuttkegeln, die durch die aus den Alpen und aus dem Appennin kommenden Flüsse aufgeschüttet worden sind. Aber nur wenige Schuttkegel reichen bis an den Fuß der Alpen, und nur die allerwenigsten wachsen heute noch fort. Die meisten stoßen an die großen Moränenamphitheater, und hier erweist sich ihr eiszeitliches Alter. Jünger sind ihre Fußpartien; eine scharfe Abgrenzung der quartären und rezenten Kegelstücke ist nicht durchführbar. Die höheren Kegelstücke bilden die trockene Ebene, die tieferen die nasse; auf der trockenen Ebene sind die Flüsse verwildert, in der nassen mäandrieren sie; im Bereiche der rezenten Anschwemmungen fließen sie eingedeicht auf ziemlich hohen Dämmen. Unter der Poebene befindet sich ein Massenüberschuß, der sich ein Stück weit in die südlichen Alpen hinein erstreckt, während der alpine Massendefekt bis in das nördliche Alpenvorland reicht.

22. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr *von Waldeyer-Hartz*.

Herr *Einstein* sprach über eine *Ableitung des Theorems von Jacobi*. Formt man die kanonischen Gleichungen der Dynamik um nach dem Gesichtspunkte, daß man die Impulse p_v als Funktionen der Koordinaten q_i und der Zeit t ansieht, so erhält man für die p_v ein System von partiellen Differentialgleichungen. Diese führen direkt zur Hamilton-Jacobischen Differentialgleichung, wenn man verlangt, daß das Vektorfeld der p_v von einem Potential J ableitbar sei. Die Ableitung des Theorems wird vervollständigt durch Formulierung der Tatsache, daß auch die Ableitungen von J nach Integrationskonstanten die Hamiltonsche Differentialgleichung lösen.

Gießen-Marburger Physikalisches Colloquium

Sitzung vom 29. Oktober 1917 zu Gießen.

Herr Direktor Dr. *F. Dessauer* aus Frankfurt a. M. sprach über seine mit einem neuen Hochspannungstransformator ausgeführten Untersuchungen über die Erzeugung durchdringungsfähiger Röntgenstrahlen. Ein ausführlicher Bericht über die Arbeit erscheint in dieser Zeitschrift. Die Arbeit selbst ist inzwischen in

Heft 17/18 der Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft zum Abdruck gekommen.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

13. Oktober.

Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr *S. Günther* spricht über Kriegsmeteorologie. (Wird nicht gedruckt.)

2. Herr *A. Pringsheim* legt vor eine Abhandlung von Prof. *G. Faber*: Über das Verhalten analytischer Funktionen an Verzweigungsstellen. Der Verfasser untersucht, welche Werte gewisse einfache, aber noch recht allgemeine mehrdeutige Funktionen in der Umgebung einer Verzweigungsstelle annehmen, und wie die Art dieser Singularität sich im infinitären Verhalten der Taylor-Koeffizienten äußert, Aufgaben, die bisher fast völlig unbearbeitet geblieben waren, während die entsprechenden Fragen für Pole und wesentlich singuläre Stellen zu einer nahezu unübersehbaren Literatur Anlaß gegeben haben. Die Ergebnisse des Verfassers lassen sich insbesondere auf bekannte elementare Funktionen, z. B. auf Produkte von Potenzen iterierter Logarithmen anwenden. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

3. November. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr *v. Seeliger* berichtet über *Untersuchungen*, welche er über die Größe der Lichtabsorption in unserem Fixsternsystem angestellt hat. Durch vorgelagerte Massen irgendwelcher Art wird das von den Fixsternen ausgesandte Licht geschwächt, aber diese Schwächung scheint selbst für die entferntesten Teile des Fixsternsystems nur gering zu sein und im Durchschnitt 30 % kaum zu erreichen. An einzelnen Stellen des Himmels dagegen wirken vorgelagerte Massen viel augenfälliger. So befinden sich in den hellsten Teilen der Milchstraße sternarme, manchmal sogar sternleere unregelmäßige dunkle Flecke, die wohl nur durch vorgelagerte dunkle Massen erklärt werden können, und auch einige Spiralnebel zeigen in deutlichster Weise ähnliche Vorkommnisse an. Der Vortragende hat diese Auffassung schon vor 13 Jahren ausgesprochen, die nunmehr auch von anderen Seiten in den Vordergrund gestellt wird. Zum Schluß seines Vortrags führt er Lichtbilder vor, die das erwähnte Tatsachenmaterial bei einigen besonders augenfälligen Objekten erläutern. (Ersch. später.)

2. Herr *P. v. Groth* legt eine auf Grund der neu eingerichteten Lagerstätten-Abteilung der hiesigen mineralogischen Sammlung des Staates verfaßte Schrift *Topographische Übersicht der Minerallagerstätten* vor und bespricht die in jener Sammlung besonders reich vertretenen sogenannten „Pegmatite“, welche durch die pneumatolytische Art ihrer Entstehung und die Mannigfaltigkeit ihrer Mineralführung ein besonderes Interesse erheischen.

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

29. Oktober. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

Vor Eintritt in die Tagesordnung begrüßte Herr Sekretär *Hölder* die den Sitzungen erstmalig beiwohnenden neugewählten ordentlichen Mitglieder der Klasse, die Herren Universitätsprofessoren *Garten* und *Held* in Leipzig.

Im wissenschaftlichen Teile der Sitzung wurden folgende Arbeiten vorgelegt: Von Herrn Sekretär *Hölder* drei weitere Beiträge von *Wilhelm Blaschke* (Königsberg) als Fortsetzung bereits in den Berichten der mathematisch-physikalischen Klasse erschienener Veröffentlichungen: Über affine Geometrie. 9. Verschiedene Bemerkungen und Aufgaben. — 10. Eine Minimumeigenschaft des Ellipsoids. — 11. Lösung des

„Vierpunktproblems“ von Sylvester aus der Theorie der geometrischen Wahrscheinlichkeiten, weiterhin eine kurze Erörterung von G. Polya (Zürich): Über geometrische Wahrscheinlichkeiten an konvexen Körpern, von Herrn Rohn: eine Arbeit von C. Neumann: Über die Integralformel der Randwertaufgaben. — Sämtliche fünf Abhandlungen sind für die Berichte angenommen worden.

3. Dezember. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Herr Sekretär Hölder übergibt der Klasse einen zusammenfassenden Bericht des Mitgliedes der Gesellschaft, Herrn Prof. Hallwachs (Dresden), über die von den Herren Dember und Uibe auf Teneriffa ausgeführten Untersuchungen über die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes, die die uralte, vielumdeutete Frage nach der Verschiedenheit der scheinbaren Größe von Sonne und Mond im Horizont und im Zenith endlich zur Lösung bringen. — Zum Sekretär für die Jahre 1918/1919 wird wiedergewählt Herr Geh. Rat Hölder, zum Stellvertreter desgleichen Herr Geh. Rat Rinne. — Der Sitzungskalender für 1918 wird wie folgt festgelegt: 7. Januar, 4. Februar, 29. April, 3. Juni, 15. Juli, 28. Oktober, 2. Dezember.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

18. Oktober. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Über die Gleichverteilungssätze in statistischen Gesamtheiten; von Adolf Smekal. Nach einigen vorbereitenden Sätzen und ihren Anwendungen wird die Möglichkeit für das Zustandekommen des Gleichverteilungssatzes der kinetischen Energie in der linearen Zeitgesamtheit mit Hilfe des Krooschen Äquivalenzsatzes untersucht, wobei sich gewisse hinreichende Bedingungen ergeben. Ferner wird nachgewiesen, daß mit dem Bestehen des Gleichverteilungssatzes der kinetischen Energie in der kanonischen Gesamtheit das des Gleichverteilungssatzes für das Virial verknüpft ist, und die Frage nach Gleichverteilungssätzen in einer beliebigen stationären virtuellen Gesamtheit aufgeworfen.

25. Oktober. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das k. Mitglied Josef Schaffer übersendet eine Mitteilung von Dr. M. Kraus, Zahnarzt in Wien: Über die leimgebende Natur der Fasern in der Zahnpulpa. In der Kette der Beweise, daß die feinen Fäserchen der Zahnpulpa aus echten kollagenen Bindegewebsfibrillen bestehen, fehlte bisher der Nachweis, daß durch Kochen aus der Zahnpulpa eine Leimgallerte gewonnen werden kann. Nunmehr konnte aber durch ein besonderes Darstellungsverfahren der Fasern in der Zahnpulpa und ihre Behandlung mit kochendem Wasser eine Lösung gewonnen werden, welche beim Erstarren eine charakteristische Leimgallerte ergab.

Dr. Rudolf Wagner legt eine Abhandlung vor mit dem Titel: „Die β -Sichelzweige der *Crossandra undulatifolia* Salisb.“ Im Jahre 1689 wurde von Rheede tot Draakestein ein ostindischer Strauch aus der Familie der Acanthaceen abgebildet, der scheinbar 4-zählige Blattquirle besitzt. Das Schönbrunner Material zeigt durch über 20 Sproßgenerationen Sympodiembildung β , also den theoretisch einfachsten Fall; die erreichte Zahl von Sproßgenerationen beträgt 37, überschreitet also die Höchstzahl von deren 34 bei *Hydnophytum angustifolium* Merr¹⁾. Die Abweichung

¹⁾ Rud. Wagner, Über den Richtungswechsel der Schraubelsympodien von *Hydnophytum angustifolium* Merr. Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. der Wiss., Wien, 1916.

von der Medianebene erfolgt von Zeit zu Zeit durch Entwicklung von c_s bzw. c_d ; desgleichen beobachtet man Sproßbildung aus a_s und a_d .

31. Oktober. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. R. Wegscheider legt eine Arbeit aus dem Chemischen und dem Medizinisch-chemischen Institut der Universität Graz vor, betitelt: Zur Kenntnis von Harzbestandteilen. I. Mitteilung: Über das Siarresinol aus Siambenzocharz, von Alois Zinke und Hans Lieb. Das von Ludy aus Siambenzoe isolierte sogenannte Benzoresinol ist mit dem Siarresinol Fried. Reinitzers wahrscheinlich identisch. Siarresinol hat die Formel $C_{30}H_{48}O_4$. Von dieser Verbindung wurden dargestellt ein Natriumsalz, ein Essigsäureadditionsprodukt und ein Benzoat.

22. November. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das k. M. J. Herzog übersendet eine Untersuchung von Dr. Julius Zellner: Über die fetten Öle von *Sambucus racemosa* L. (II. Mitteilung.) Anlaß zu der vorliegenden Untersuchung boten Differenzen, die sich zwischen den vom Autor veröffentlichten Daten einerseits und den Angaben von Byers und Hopkins andererseits ergeben hatten. Der Verfasser bestätigt an frisch bereitetem Material seine früher gemachten Angaben und weist auf Grund der botanischen Vergleichung darauf hin, daß die europäische und nordamerikanische Form des roten Holunders nicht identisch sind, woraus sich auch die chemischen Abweichungen erklären.

Das w. M. Hofrat E. Müller legt eine Abhandlung von F. Jung in Wien vor mit dem Titel: Die Feldableitung in allgemeinen Koordinaten. Zunächst ergibt sich eine einfache Deutung der Christoffelschen Größen. Für die Feldableitung ∇, G wird der Bildungsvorgang dargetan. Er erweist sich als invariant bei beliebigen Koordinatentransformationen. Die Christoffelschen Ableitungen erscheinen als Komponentenbeiwerte der Feldableitung.

Prof. Dr. Rudolf Pösch: Bericht über die anthropologischen Untersuchungen indischer und afrikanischer Völkerschaften. Vom 12. August bis zum 27. Oktober d. J. untersuchte ich mit Dr. Josef Weninger in einem deutschen Gefangenenlager 285 Araber und Kabylen aus dem nordwestlichen Afrika, 30 Neger aus Westafrika sowie von Mandingostämmen, 54 Inder und 5 Annamiten aus Tonkin und Annam. Alle Untersuchten wurden auch fotografiert, und zwar in den drei Normen, dann auch stereoskopisch.

29. November. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Dr. Rudolf Wagner legt eine Abhandlung vor mit dem Titel: „Sproßverkeftung, Anisophyllie und Blattasymmetrie bei *Arrabidaea dispar* Bur.“ Ein Camposstrauß (Bignoniaceae) aus Brasilien zeigt eigentümliche Sproßverkeftungen in dekussierten Systemen. Die praktische Unmöglichkeit einer eindeutigen Bestimmung der morphologischen Komponenten führt zur Notwendigkeit, die Formeln hier ausschließlich auf die verschiedenen orientierten Laubblattpaare so zu basieren, daß der Charakter des Sympodiums eindeutig hervortritt und aus der Formel direkt abgelesen werden kann. Entsprechend werden die Diagramme abgeändert. Die 12 beobachteten Sproßgenerationen nehmen so nur wenig Raum in Anspruch. Die Anisophyllie ist deutlich entwickelt, die Blattasymmetrie teilweise in einem Sinne vorhanden, der unseren bisherigen Erfahrungen entgegengesetzt scheint. Doch ist dies nur scheinbar der Fall und beruht auf der relativ großen Variabilität der Foliolalateralia.

Sachregister.

- Abkühlung**, Die nächtliche — der unteren Luftschichten und der Erdoberfläche in Abhängigkeit vom Wasserdampfgehalt der Atmosphäre. S. 535.
- Abnormen**, Die Verwertung des — und Pathologischen in der Pflanzenkultur. S. 79.
- Absorptionsspektren**, Emissions- und — der Röntgenstrahlen (Manne Siegbahn). S. 513, 529.
- Aceton**, Gewinnung von — durch Gärung. S. 143.
- Acetylenkondensationen**, pyrogene. S. 405.
- Achatmandeln**, Die hydrothermale Entstehung der — im Gestein (R. Nacken). S. 269, 292.
- Acylierte Zucker**, Über teilweise —. S. 720.
- Affen**, Halb-, Zur Stammesgeschichte der — und Menschenaffen (Th. Arldt). S. 39.
- Afrika** als Winterherberge unsrer Zugvögel (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 321.
- Agglutinationsstudien** bei Fleckfieber. S. 340.
- Alkohol** aus Karbid. S. 464, 536.
- Alkoholgenuß**, Schlimme Folgen des —. S. 463.
- Alkoholische Gärung**, Über den Verlauf der — bei alkalischer Reaktion. S. 498.
- Allogonie**, Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne nebst allgemeinen Bemerkungen über —. S. 79.
- Altern**, Lebensdauer, — und Tod (Bespr.). S. 461.
- Aluminium** als Mittel gegen Kesselstein. S. 191.
- Ameise**, Die — (Bespr.). S. 532.
- Amerika**, Neue tiergeographische Forschungen in —. S. 157.
- Amine**, proteinogene, Über — (J. Abelin). S. 186.
- Ammoniak**, gasförmiger, Über die Einwirkung von — auf Superphosphate und die Verwendung der gewonnenen Ammoniakphosphate. S. 500.
- Zersetzung von —. S. 722.
- Ammoniakfabrik**, Über einen Fall von Vergiftung durch Gase der —. S. 500.
- Ammoniumbikarbonat** ein vorzügliches Backpulver. S. 264.
- Amsel**, Garten-, Die Ostgrenze der —. S. 356.
- Analytische Chemie**, Spezifische Reagentien der — (J. Koppel). S. 730.
- Anpassungen**, funktionelle, Über die Entstehung von — im individuellen Dasein (Otto Loewi). S. 501.
- Anthropologische Gesellschaft**, Bericht über die von der Wiener — in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien. S. 712.
- Araceen**, Die Erwärmungstypen der — und ihre blütenbiologische Deutung. S. 350.
- Arbeitsmethoden**, Handbuch der — in der anorganischen Chemie (Bespr.). S. 279.
- Aristoteles**, Die Vererbungslehre bei — und Hippokrates (W. Johannsen). S. 389.
- Aspenbock**, Über die Eiablage des —. S. 577.
- Astrologie**, antike, Die Farben der Fixsterne und die —. S. 443.
- Astronomische Mitteilungen**. S. 337.
- Atom- und Molekularwärmen**, Die Ergebnisse der neueren Forschung über — (Erwin Schrödinger). S. 537, 561.
- Auftrieberscheinungen**, Die — an der Westküste Nordamerikas (Bruno Schulz). S. 713.
- Aufzucht**, Biologie und Technik bei der — junger Vögel (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 349.
- Augenzittern**, Das — der Bergleute und Verwandtes (Bespr.). S. 301.
- Azetylen**, Über die kolorimetrische Bestimmung des —. S. 262.
- Backpulver**, Ammoniumbikarbonat ein vorzügliches —. S. 264.
- Bälge** neuer geographischer Formen aus Afrika (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 349.
- Bären-Insel**, Kohle-Vorkommen auf der —. S. 628.
- Bagdadbahn**, Geologie Kleasiens im Bereich der — (Bespr.). S. 106.
- Ballistik**, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 649.
- Baltland**, Das — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 610.
- Barnardscher Stern**, Die Parallaxe des —. S. 339.
- Barth**, Ein Vermächtnis von — und Nachtigal (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 498.
- Barundi**, Die — (Bespr.). S. 316.
- Bastarde**, Über die Entwicklung und Vererbung bei —. S. 741.
- Baumarchitektonik**, Physiologische Studien über die — (Bespr.). S. 568.
- Baumwoll-Ersatzfaser**, Die Gewinnung von — aus Lupinenstroh. S. 127.
- Beeren**, Die Farbstoffe der —. S. 228.
- Begriffs- und Wortbildung**, Philosophische —. (M. Kronenberg). S. 525.
- Beidäugiges Sehen**, Zur Kenntnis älterer Ansichten über das — (Bespr.). S. 42.
- Beleuchtungstechnische Gesellschaft**, Die Deutsche — (Eugen Brodhun). S. 357.
- Belgien**, Die nutzbaren Lagerstätten —, ihre geologische Position und wirtschaftliche Bedeutung (Bespr.). S. 239.
- Benennung der Tiere**. S. 724.
- Benzol**, Die Extraktion der Kohle mit —. S. 512.
- Bergkristall**, Untersuchungen über die elektrische Leitfähigkeit des —. S. 207.
- Bergleute**, Das Augenzittern der — und Verwandtes (Bespr.). S. 301.
- Berichtigung zu dem Aufsatz**: Der Streit um das Elektron (Zuschr.). S. 497.
- Bestäubung**, Zur Frage der — von Blüten durch Schnecken. S. 428.
- Bienenzucht**. S. 307.
- Biogeographie**, Ein neuer Beitrag zur Geschichte der — (Walther May). S. 36.
- Biologie**, Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten der —. S. 757, 768.
- Birnbaum**, Der Kampf zwischen Mistel und — (Bespr.). S. 236.
- Blattform**, Über die Variation der — von Ginkgo biloba L. und ihre Bedeutung für die Paläobotanik. S. 768.
- Blattgelenke**, Das Rumphiusphänomen und die primäre Bedeutung der —. S. 651.
- Blattstellung**, gekreuzte, Die Orientierung der Blätter zum Licht bei Pflanzen mit — (Hermann Sierp). S. 129.
- Blattstielkrümmungen**, Über — infolge von Verwundung (Traumanastie). S. 652.

- Blühen, Periodische Erscheinungen beim — tropischer Gewächse (F. A. C. Went). S. 72.
 Blütenfarbstoffe, Die — des tiefblauen Stiefmütterchens. S. 228.
 — Neue Untersuchungen über die —. S. 227.
 Blütengarten, Vom — der Zukunft (Bespr.). S. 423.
 Blütenstaub, Übertragung von —. S. 386.
 Blut, Über die Gerinnung des — und ihre chemischen Grundlagen (R. Klinger). S. 193.
 Blutbild, Über die Wirkung äußerer Reize auf das — des Säuglings (Rudolf Heß und Richard Seydérhelm). S. 519.
 Blüten, Das — des Marienkäferchens. S. 440.
 Blutungssaft, Der — der Bäume und seine Ausnutzung als Zuckerquelle (F. W. Neger). S. 119.
 Böden, Niederschlag, Abfluß und Wasseraufnahme des — (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 424.
 Bodenkolloide, Grundlegende Beziehungen zwischen gewissen löslichen Salzen und — (Bespr.). S. 317.
 Bodensee Becken, Vogelfauna des — (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 320.
 Bosphorus und Dardanellen (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 226.
 Botanik, Illustriertes Handwörterbuch der — (Bespr.). S. 706.
 — Lehrbuch der — (Bespr.). S. 488.
 — Prantls Lehrbuch der — (Bespr.). S. 238.
 Botanische Mitteilungen. S. 78, 350, 426, 510, 650.
 Braunkohle, Über die trockene Destillation einer — bei verschiedenen Temperaturen. S. 676.
 Brechungsindex, Zur Bestimmung des — und der Dispersion von Glas. S. 92.
 Breitendienst, internationaler, Ergebnisse des —. S. 128.
 Brille, Die Entwicklung der — (Bespr.). S. 202.
 Bromsilbergelatine, Quantitative Vergleichung der Wirkung von Röntgenstrahlen und Lichtstrahlen auf —. S. 45.
 Brot auf lange Zeit haltbar zu machen. S. 12.
 — Das — der Zukunft (Bespr.). S. 423.
 — N-Brot, ein Kraftbrot. S. 243.
 Bulgarien, Erdbeben in —. S. 627.
 Bunsenflamme, Kenntnis des Innenkegels der —. S. 263.
 Bunsen-Gesellschaft, Hauptversammlung der Deutschen — für angewandte physikalische Chemie vom 20.—22. Dezember in Berlin. S. 298.
 Buntsandstein Badens, Die Flora des —. S. 351.
Carabidenlarven, Zur Kenntnis der —. S. 688.
 Ceratiten, Die deutschen —. S. 588.
 Ceylon, Reisen auf —. S. 308.
 Chalcididen, Über Nadelholzsamen zerstörende —. S. 687.
 Chemie, allgemeine, Einführung in die — (Bespr.). S. 746.
 — anorganische, Handbuch der — (Bespr.). S. 89.
 — anorganische, Handbuch der Arbeitsmethoden in der — (Bespr.). S. 279.
 — Die — im täglichen Leben (Bespr.). S. 89.
 Chemische Mitteilungen. S. 142, 262, 402, 511, 721.
 Chirotherium, Die Fährten von —. S. 588.
 Chromosomenzahlen, abweichende, Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit —. S. 80.
 Coast and Geodetic Survey, Die Jahrhundertfeier des Bestehens der — der Vereinigten Staaten von Nordamerika 1916 (A. Galle). S. 123.
 Coprinus sterquilinus, Die Erzeugung und Befreiung der Sporen bei —. S. 769.
 Cordillera de los Andes, Die Vegetationsverhältnisse der —. S. 285.
 Cristallographie, Les Orientations moléculaires en physique et en —. S. 741.
Dämmerungsbeobachtungen Herbst 1911 bis Anfang 1917. S. 614.
 Dänemark, Ergebnisse der Volkszählung in — 1916. S. 627.
 Dalmatien, Naturforscherreisen zu den Felsen-eilanden — (Bespr.). S. 319.
 Dardanellen, Bosphorus und — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 226.
 Darwin, Lucrez und — (Walther May). S. 274.
 Denken, technisches, Der Allgemeinwert des —. S. 406.
 Denkende Tiere, Über die sogenannten — (F. Doflein). S. 145. — Zuschr. S. 684, 685.
 Diffusion, thermische. S. 355.
 Dispersion, Zur Bestimmung des Brechungsindex und der — von Glas. S. 92.
 — anomale, Juliussche Theorie der —. S. 92.
Eberwurz, Die — als Wetterpflanze und Nahrungsmittel. S. 499.
 Eiablage, Über die — des Aspenbocks. S. 577.
 Einsteinsche Gravitationstheorie, Die Grundlagen der — (Bespr.). S. 745.
 — — und die Sonnenfinsternis im Mai 1919 (O. Birck). S. 689.
 Eisen, Gruppeneinteilung der Spektrallinien des —. S. 354.
 Eisenerze, Die Lothringer — und ihre Bedeutung in Krieg und Frieden (F. Frech). S. 553, 569.
 Eiszeit, Die Flora der — und ihre Spuren in der Gegenwart (Peter Stark). S. 199, 220.
 — Die — und der vorgeschichtliche Mensch (Bespr.). S. 708.
 — Über die permokarbone — und ihre Sonderstellung im geologischen Klimaproblem (W. R. Eckardt). S. 482.
 Eiszeitalter, Das — (Bespr.). S. 708.
 Elastizität, Die — der Erde (W. Schweydar). S. 593.
 Elbwasser, Die Untersuchungen des — von 1882 bis 1915. S. 722.
 Electrons, The Theory of — and its Applications to the Phenomena of Light and Radiant Heat (Bespr.). S. 88.
 Elektrische Leitfähigkeit des Bergkristalls, Untersuchungen über —. S. 207.
 — — sehr dünner Metallschichten. S. 403.
 Elektrizitätsversorgung, Die öffentliche — Deutschlands (G. Siegel). S. 641.
 Elektrolyte, Das Leitvermögen der —, insbesondere der wässrigen Lösungen (Bespr.). S. 279.
 Elektromotorische Kräfte, Erzeugung der — durch die Beschleunigung der Metalle. S. 90.
 Elektron, Der Streit um das — (Walter König). S. 373, 497.
 Elektrostatischer Erdbebenmesser. S. 192.
 Element, Kalomelnormal-. S. 11.
 Elementarquantum. S. 613.
 Embryonalentwicklung der Flöhe (Aphaniptera). S. 173.
 Embryonales Wachstum, Über — und seine Tagesperiode (G. Karsten). S. 104.
 Emissions- und Absorptionsspektren der Röntgenstrahlen (Manne Siegbahn). S. 513, 529.
 Empirie und Philosophie (V. Weizsäcker). S. 669.
 Englische Bestrebungen zur Förderung der Naturwissenschaften. S. 339.

- Entomologische Mitteilungen. S. 440, 576, 686.
- Entwicklung, Die individuelle — organischer Formen als Urkunde ihrer Stammesgeschichte (Bespr.). S. 459.
- Erratische Blöcke, Die größten — der Mark Brandenburg. S. 767.
- Erblichkeit, Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und — bei *Phycomyces nitens* Kunze. S. 426, 427.
- Erdbeben in Bulgarien. S. 627.
- Erdbebenmesser, elektrostatischer. S. 192.
- Erde, Die Elastizität der — (W. Schweydar). S. 593.
- Erdgeruch, Der — und seine Ursache. S. 306.
- Erdinnere, Erforschung des — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 610.
- Erdkarten, paläogeographische — (Bespr.). S. 109.
- Erdkunde, Gesellschaft für — zu Berlin: Das Messen von Strecken und Winkeln auf Karten ohne mathematische Vorkenntnisse. S. 61.
- Reise im Hochgebirge von Peru. S. 140.
- Bosphorus und Dardanellen. S. 226.
- Reisen in Westsibirien. S. 282.
- Mesopotamien. S. 383.
- Die wirtschaftlich-politische Wandlung der Vereinigten Staaten von Amerika. S. 438.
- Ein Vermächtnis von Barth und Nachtigal. S. 498.
- Der Kulturwert von Wald, Savannen und Steppen im tropischen West-Afrika. S. 523.
- Erforschung des Erdinnern. S. 610.
- Das Baltland. S. 610.
- Nordarabien auf Grund eigener Forschungen. S. 709.
- Landeskundliche Forschungen in Polen. S. 756.
- Erdmagnetismus, Horizontalkomponente des —. S. 614.
- Erdölquellen, Die persischen —. S. 592.
- Erdölvorkommen, Das nordwestdeutsche — (Bespr.). S. 488.
- Erdmagnetische Aktivität (Deutsche Meteorologische Gesellschaft). S. 710.
- Erkenntnistheorie, physikalische, Die Bedeutung der — Machs für das Geistesleben der Gegenwart (Philipp Frank). S. 65.
- Ernährung, Die Grundlagen unserer — mit besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit (Bespr.). S. 533.
- Ernolith. S. 638.
- Erschütterungen, Der gegenwärtige Stand unsrer Kenntnis vom Schutz gegen Schall und — (K. Hencky). S. 97.
- Ethik, Naturwissenschaft und — (Bespr.) S. 59.
- Exkursionsflora für Nord- und Mitteldeutschland (Bespr.). S. 698.
- Extraintestinale Verdauung, Zur Frage der — bei einigen Raubinsekten. S. 356.
- Färbung, Auffallende — von Raupen des Pappelschwärmers. S. 578.
- Faltung, alpine, Die Phasen der —. S. 744.
- Farben, Die — der Fixsterne und die antike Astrologie. S. 443.
- bunte, Über die Bedeutung — bei Pflanzen und Tieren (C. v. Heß). S. 398.
- Farbenfibel, Die — (Bespr.). S. 366.
- Farbenlehre, Goethesche —. S. 355.
- Farbstoffe, Die — der Beeren. S. 228.
- des Weins. S. 264.
- Farne, Die — und farnähnlichen Gewächse des Culms von Europa. S. 768.
- Faserpflanze, Das Kolbenschiff als —. S. 499.
- Fauna, Kläranlagen-, und ihre Bedeutung, mit besonderer Berücksichtigung der Vogelwelt (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 425.
- Pliozän-, Die — Ostafrikas (Th. Arldt). S. 380.
- Federwechsel, Beziehungen von Alter, Geschlecht und Jahreszeit auf den — der Vögel (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 319.
- Fernhörer als Empfänger der Kabeltelegraphie. S. 592.
- Fettbildung, Die — durch niedere pflanzliche Organismen und ihre gewerbliche Verwertung (B. Heinze). S. 153.
- Feuerbohne, Eine bemerkenswerte Knospenvariation der — nebst allgemeinen Bemerkungen über Allogonie. S. 79. — Zuschr. S. 226.
- Fiktion, Die — in der Mathematik und Physik (Aloys Müller). S. 341, 362. — Berichtigung. S. 428.
- Fische, Lymphgefäße der —. S. 663.
- Fixsterne, Die Farben der — und die antike Astrologie. S. 443.
- Über das System der — (Bespr.). S. 627.
- Fleckfieber, Agglutinationsstudien bei —. S. 340.
- Fliegen, Ein Mittel, die — zu vertreiben. S. 12.
- Flieger, Die meteorologische Ausbildung des — (Bespr.). S. 281.
- Fliegerwetterkunde (Bespr.). S. 281.
- Flöhe, Die Embryonalentwicklung der — (Aphaniptera). S. 173.
- Flora, die — der Eiszeit und ihre Spuren in der Gegenwart (Peter Stark). S. 199, 220.
- Flug, Die hydrodynamischen Grundlagen des — (Bespr.). S. 650.
- Flugwesen, Militär-, Einige Mitteilungen über den gegenwärtigen Stand des englischen —. S. 386.
- Framboesia tropica, Die — in Kamerun (Bespr.). S. 317.
- Gärtnerei, Pflanzenphysiologie als Theorie der (Bespr.). S. 603.
- Gärung, Gewinnung von Aceton durch —. S. 143.
- alkoholische, Über den Verlauf der — bei alkalischer Reaktion. S. 498.
- Gallwespen, Die Fortpflanzung der —. S. 578.
- Gamskugeln, Wie entstehen die —? S. 551.
- Gartenamsel, Die Ostgrenze der —. S. 356.
- Gasionen, Beweglichkeiten der —. S. 90.
- Gasmoleküle, Reflexion der —. S. 535.
- Gasspektren im hohen Vakuum. S. 355.
- Gattungsnamen auf ites, Das Geschlecht der —. S. 768.
- Gelbsucht, Pikrinsäure als Vortäuschungsmittel der —. S. 143.
- Generationswechsel und Kernphasenwechsel (Harald Kylin). S. 84.
- Geobotanische Landesaufnahme, Beiträge zur —. S. 510.
- Geographische Mitteilungen. S. 508, 627.
- Geologie, allgemeine, Grundzüge der — (Bespr.). S. 108, 238.
- Kleinasien im Bereich der Bagdadbahn (Bespr.). S. 106.
- der Schweiz (Bespr.). S. 107.
- Über absolute Zeitmessung in der — auf Grund der radioaktiven Erscheinungen (Robert W. Lawson). S. 429, 452, 610. — Zuschr. S. 709.
- Geologische Mitteilungen. S. 587, 766.
- Zeitmessungen, Über — (Zuschr.). S. 305.

- Geologischer Bau und Landschaftsbild (Bespr.). S. 707.
- Gerinnung, Über die — des Blutes und ihre chemischen Grundlagen (R. Klinger). S. 193.
- Geruch, Der — (Bespr.). S. 303.
- Die Komponentengliederung des — und seine chemische Grundlage (Hans Henning). S. 296.
- Geschichte, Naturwissenschaft und — (M. Kronenberg). S. 761.
- Geschlechter, Das numerische Verhältnis der — in der Vogelwelt. S. 700.
- Geschlechtskrankheiten, Die — und ihre Bekämpfung (Bespr.). S. 28.
- Geschlechtsmerkmale, Die sekundären —. S. 757.
- Geschmacksgrenze, Über die — für die Beimischung von Salzen zu Trinkwasser. S. 263.
- Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. S. 61, 140, 226, 282, 383, 438, 498, 523, 610, 709.
- Deutsche meteorologische — (Berliner Zweigverein). S. 62, 204, 283, 424, 710.
- Deutsche ornithologische —. S. 319, 349, 425, 662.
- Getreideerzeugung, Kulturverfahren zur Vermehrung der —. S. 387. — Zushr. S. 497.
- Giftpilze, Unsere — und ihre eßbaren Doppelgänger unter Einbeziehung der häufigeren ungenießbaren Arten (Bespr.). S. 604.
- Ginkgo biloba L., Über die Variation der Blattform von — und ihre Bedeutung für die Paläobotanik. S. 768.
- Glas, Zur Bestimmung des Brechungsindex und der Dispersion von —. S. 92.
- Glasrohre, Ein neues Präzisionsverfahren zur Herstellung von —. S. 613.
- Glasschmelzen, Salpeterersatz für —. S. 323.
- Glaströge ohne Kittung. S. 355.
- Gleichrichterwirkung des Siliziumdetektors. S. 354.
- Gleichstromspannungen, hohe, Die Wirkung. — auf Luft, Öl und feste Isolatoren. S. 191.
- Gletscherforschung, Ergebnisse der — im Jahre 1916. S. 444.
- Gletscherkunde (Bespr.). S. 649.
- Glimmer, Leitfähigkeit der Luft und des — für Elektrizität. S. 321.
- Glühkathoden-Röntgenröhre von Siemens & Halske A.-G. S. 46.
- Glumifloren, Über den anatomischen Bau der Wurzelhaube einiger — und seine Beziehungen zur Beschaffenheit des Bodens. S. 426.
- Goethe, Zwei Vorträge über — (Bespr.). S. 675.
- Goethesche Farbenlehre. S. 355.
- Graphisches Rechnen, Leitfaden zum — (Bespr.). S. 648.
- Graphit, künstlicher, Ein neues Verfahren zur Herstellung des —. S. 640.
- Gravitationstheorie, Die Grundlagen der Einsteinschen — (Bespr.). S. 745.
- Die Einsteinsche — und die Sonnenfinsternis im Mai 1919 (O. Birk). S. 689.
- Härteprüfung** mittels des Kugeldruckverfahrens. S. 206.
- Hagen-Gesellschaft, Gründung der —. S. 407.
- Harn, Im — anwesende Nitratmengen. S. 160.
- Harnsäureausscheidung, Über den Einfluß der Hefe, speziell der Nährhefe auf die —. S. 126.
- Hautflügler, Schilfgallen bewohnender, Über die Biologie eines —. S. 158.
- Hautschädigungen durch Kalkstickstoff. S. 536.
- Hefe, Über den Einfluß der —, speziell Nährhefe auf die Harnsäureausscheidung. S. 126.
- Nähr-, als Nahrungsmittel. S. 111.
- — Die Bedeutung der — als Nahrungsmittel. S. 126.
- — Resorbierbarkeit der —. S. 242.
- Hefnerlampe, Lichtstärke der —. S. 206.
- Helmert, Friedrich Robért (W. Schweydar). S. 646.
- Herz, Über die Entwicklung des menschlichen — während der Kindheit bis zum erwachsenen Zustande und über individuelle und Rassenunterschiede (P. Schiefferdecker). S. 309.
- Heuschreckenplage, Die — in Anatolien und Nordsyrien und ihre Bekämpfung im Jahre 1916. S. 240.
- Hippokrates, Die Vererbungslehre bei Aristoteles und — (W. Johannsen). S. 389.
- Hochgebirgsfloren, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der — (Bespr.). S. 237.
- Höhenmessung, Wind- und —, Neue Instrumente zur — (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 424.
- Holz, verarbeitetes, Über die Zerstörung von — durch Käfer und den Schutz dagegen. S. 110.
- Home Aquaria, The care of — (Bespr.). S. 319.
- Horizontalkomponente des Erdmagnetismus. S. 614.
- Hühnerrassen, Über das verschiedene Ergebnis reziproker Kreuzung von — und über dessen Bedeutung für die Vererbungslehre (Theorie der Anlagenschwächung oder Genasthenie). S. 662.
- Hunger, Zur allgemeinen Physiologie des — (Bespr.). S. 29.
- Hyäne, gefleckte, Über die Zucht der — (Hyaena crocuta Erxl.). S. 401.
- Hydrierung der Steinkohle. S. 512.
- Jahreskonferenz**, VIII. — für Naturdenkmalpflege in Berlin (O. Herr). S. 33.
- Jahrhundertfeier, Die — des Bestehens der Coast and Geodetic Survey der Vereinigten Staaten von Nordamerika 1916 (A. Galle). S. 123.
- Induktion, Die gegenseitige — zweier Massen. S. 614.
- Induktorium, lineares. S. 207.
- Industrie, englische, Leistungsver schlechterung der — durch den Krieg. S. 354.
- Beiträge zur Geschichte der Technik und — (Bespr.). S. 522.
- Infusorien, Fortpflanzung der —. S. 158.
- Innervation der Niere (Leon Asher). S. 465.
- Insektenbesuch, Beobachtungen über den — bei einigen Papilionaceen. S. 228.
- Integraljontometer. S. 48.
- Intensitäts- und Härtebestimmung, Eine neue Methode zur — von Röntgenstrahlen. S. 45.
- Invar, Gleichmäßigkeit und Wärmeausdehnung des —. S. 402.
- Beziehungen zwischen der mechanischen Härtung und der Ausdehnbarkeit des —. S. 322.
- Die Längenänderung von —. S. 535.
- Juliusse Theorie der anomalen Dispersion. S. 92.
- Kabeltelegraphie**, Fernhörer als Empfänger der —. S. 592.
- Kälteindustrie, Über die — im Kriege. S. 127.
- Kaiserin-Augusta-Fluß (Sepik) in Deutsch-Neuguinea. S. 508.
- Kalialzlagertstätten, Die deutschen — und ihre Entstehung (F. Frech). S. 229, 253.

- Kalkstickstoff, Hautschädigungen durch —. S. 536.
 — Über die Zersetzung des — infolge von Wasserbeimengung. S. 206.
 Kalomelnormalelement. S. 11.
 Kanarienbasterde, Beobachtungen an —. S. 93.
 Karbid, Alkohol aus —. S. 464, 536.
 Karstlachen, Die — (Laghi, Lokven) im Roten Istrien und die Malaria-gefahr. S. 76.
 Karte und Kroki (Bespr.). S. 383.
 Karten, Das Messen von Strecken und Winkeln auf — ohne mathematische Vorkenntnisse (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 61.
 Kartoffel, Die Trockenprodukte der —. S. 125.
 Kartoffelwalzmehl, Die Verwendung von — als Zusatz zur Säuglingsnahrung. S. 243.
 Kathode, Strahlen hinter einer —. S. 91.
 Kathodenstrahlung, Unmittelbare Beziehung zwischen der — der Sonne und der Ausdehnung des die Sonne umgebenden kreisförmigen Scheines. S. 402.
 Keimungsversuche mit Nachtkerzensamen (Hugo de Vries). S. 725.
 Kernphasenwechsel, Generationswechsel und — (Harald Kylin). S. 81.
 Kesselstein, Aluminium als Mittel gegen —. S. 191.
 Kiefernspinner, Über einen Fall von Massenvermehrung des —. S. 576.
 Kiemenschnecke, Über die Körperform und die Bewegungen der adriatischen — *Tethys leporina* L. S. 173.
 Kläranlagenfauna und ihre Bedeutung, mit besonderer Berücksichtigung der Vogelwelt. (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 425.
 Klauenseuche, Maul- und —, Der Erreger der —. S. 112.
 Kleber, Der — im Lichte der Kolloidchemie. S. 499.
 Kleinasien, Geologie — im Bereich der Bagdadbahn (Bespr.). S. 106.
 Klima, Zum Einfluß großer Städte auf das — (Wilhelm Schmidt). S. 494.
 Klimaproblem, geologisches, Über die permokarbone Eiszeit und ihre Sonderstellung im — (W. R. Eckardt). S. 482.
 Knospenvariation, Eine bemerkenswerte — der Feuerbohne nebst allgemeinen Bemerkungen über Allogonie. S. 79. — Zuschr. S. 226.
 Kohle, Die Extraktion der — mit Benzol. S. 512.
 — Die Überführung der — in wasserlösliche Substanzen. S. 512.
 Kohlenextraktion und Vakuumteer. S. 404.
 Kohlenforschung, Neue Ergebnisse der —. S. 511.
 Kohlensäureassimilation, Die Hypothesen über die chemischen Vorgänge bei der — und ihre Grundlagen (Bespr.). S. 734.
 Kohlenvorkommen auf der Bäreninsel. S. 628.
 — Die — des Wallis und ihre Bedeutung für die Schweiz. S. 637.
 Kohlenwasserstoff, blauer. S. 12.
 Kohlrüben, Nährstoffverluste bei der üblichen Zubereitung der —. S. 444.
 Kolbenschiff, Das — als Faserpflanze. S. 499.
 Kolloidchemie, Der Kleber im Lichte der —. S. 499.
 Knacken, Über das — bei einigen Paarhufern, besonders beim Rentier. S. 552.
 Knochenfische (Teleostier), Über die Herkunft der —. S. 551.
 Komet, neuer. S. 228.
 — Über einen — in großer Erdnähe. S. 128.
 Komplexsalze, Innere — in ihrer Beziehung zur physiologischen Chemie (Oskar Baudisch). S. 289.
 Kosmologie und Kosmogonie, Der Strahlungsdruck als kosmisches Prinzip, — (Bespr.). S. 317.
 Krieg, Leistungsver schlechterung der englischen Industrie durch den —. S. 354.
 — Über die Kälteindustrie im —. S. 127.
 — Nutzung des deutschen Waldes im —. S. 241.
 Kriegsseife. S. 675.
 Kriegsseuche, Die Weilsche Krankheit als — (Heinrich Rosenhaupt). S. 435.
 Kroki, Karte und — (Bespr.). S. 383.
 Kropf, sporadischer, Die Erblichkeit des —. S. 770.
 Kürzeste Bahn, Über das Prinzip der — in der Lehre von der Handlung. S. 550.
 Kugeldruckverfahren, Die Härteprüfung mittels des —. S. 206.
 Kultur, Die Grenze zwischen west- und osteuropäischer —. S. 509.
 Lachmann, Richard, † (F. Frech). S. 257.
 Lärchenwickler, grauer, Auftreten des — im Oberengadin. S. 440.
 Lagermetall, Ein neues —. S. 11.
 Lagerstätten, Die nutzbaren — Belgiens, ihre geologische Position und wirtschaftliche Bedeutung (Bespr.). S. 239.
 Landesaufnahme, geobotanische, Beiträge zur —. S. 510.
 Landschaftsbild, Geologischer Bau und — (Bespr.). S. 707.
 Lang, Arnold, Biographisches über —. S. 172.
 Lateritproblem, Das — (H. Stremme). S. 213.
 Laus, sternförmige Schmier-, Beiträge zur Biologie der —. S. 686.
 Lebensdauer, Altern und Tod (Bespr.). S. 461.
 Leistungsver schlechterung der englischen Industrie durch den Krieg. S. 354.
 Leitvermögen, Das — der Elektrolyte, insbesondere der wässrigen Lösungen (Bespr.). S. 279.
 Leptonenkunde, Zur — als Feinbaulehre der Stoffe (F. Rinne). S. 49.
 Lichspanzer, Vollständige — aus der Eifel. S. 589.
 Lichtdruck, Messung des — mittels einer dünnen Metallfolie. S. 191.
 Lichtemission, Die räumliche Verteilung der — im elektrischen Bogen und Funken. S. 142.
 Lichtsignale, kurze, Über die Wahrnehmbarkeit —. S. 205.
 Lichtstärke der Hefnerlampe. S. 206.
 Linde, C., Lebenswerk (Max Jakob). S. 417.
 Longitude, Determination of the Difference in — between each two of the Stations Washington, Cambridge and Far Rockaway (Bespr.). S. 43.
 Lothringer Eisenerze und ihre Bedeutung in Krieg und Frieden (F. Frech). S. 553, 569.
 Lotze, Hermann, und seine Psychologie (Erich Becher). S. 325.
 Lucrez und Darwin (Walther May). S. 274.
 Luft, Leitfähigkeit der — und des Glimmers für Elektrizität. S. 321.
 Luftdruckverteilung, Einige Beziehungen zwischen der — bei Island und dem Wetter in Deutschland (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 62.
 Luftelektrizität, Hauptfragen der —. S. 89.
 Luftfahrzeug, Das — als aerologisches Forschungsmittel (E. Everling). S. 232.
 Lungenschnecken, Zur Biologie der — (Bespr.). S. 334.

- Lupinenstroh, Die Gewinnung von Baumwollersatzfaser aus —. S. 127.
- Lymphgefäße der Fische. S. 663.
- Mach**, Die Bedeutung der physikalischen Erkenntnistheorie — für das Geistesleben der Gegenwart (Philipp Frank). S. 65.
- Malariagefahr, Die Karstlachen (Laghi, Lokven) im Roten Istrien und die —. S. 76.
- Mandelnitrilglucosid, Synthese des —, Sambunigrins und ähnlicher Stoffe. S. 591.
- Marienkäferchen, Das Blüten des —. S. 440.
- Mathematik, angewandte (Bespr.). S. 280.
- Das Studium der — an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts (Bespr.). S. 259.
- Maul- und Klauenseuche, Der Erreger der —. S. 112.
- Mechanik, Einführung in die allgemeine — (Bespr.). S. 474.
- technische, Vorlesungen über — (Bespr.). S. 383.
- Meckelscher Knorpel, Ontogenetische Gestaltsveränderungen des — der Sauropsiden. S. 768.
- Meere, Drei Worte über Aufgaben und Arbeitsmethoden wissenschaftlicher Anstalten zur Erforschung der —. S. 284.
- Meeresalgen, Die — (Bespr.). S. 424.
- Merkur, Perihelbewegung des —. S. 711.
- Mesopotamien (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 383.
- Metalle, reine, Über die Herstellung — (F. Mylius). S. 409.
- Metallschichten, Elektrische Leitfähigkeit sehr dünner —. S. 403.
- Widerstand dünner —. S. 354.
- Meteore, Über die kosmische Stellung der — (C. Hoffmeister). S. 620.
- Meteorologie, dynamische (Bespr.). S. 626.
- Lehrbuch der Physik und der — (Bespr.). S. 280.
- maritime, Grundzüge der — und Ozeanographie (Bespr.). S. 368.
- Meteorologische Ausbildung, Die — des Fliegers (Bespr.). S. 281.
- Gesellschaft, Deutsche — (Berliner Zweigverein): Einige Beziehungen zwischen der Luftdruckverteilung bei Island und dem Wetter in Deutschland. S. 62.
- Die Schneedecke in Norddeutschland nach G. Lachmann. Windveränderungen mit der Höhe und Turbulenz. S. 204.
- Einige Ergebnisse des Windmeß-Versuchsfeldes bei Nauen. S. 283.
- Niederschlag, Abfluß und Wasseraufnahme des Bodens. Vorführung einiger neuer Instrumente zur Wind- und Höhenmessung. Über die Ausbreitung des Schalles in der Atmosphäre. S. 424.
- Die erdmagnetische Aktivität. S. 710.
- Metrische geographische Maße, Die Einführung der — in England. S. 628.
- Mexiko, Die tektonische Geschichte —. S. 711.
- Mikroanalyse, Die quantitative organische — (Bespr.). S. 336.
- Mikroorganismen, Die Serologie als Hilfsmittel zur Erkennung von — (Rudolf Lieske). S. 133.
- Militärflugwesen, englisches, Einige Mitteilungen über den gegenwärtigen Stand des —. S. 386.
- Milz, Die Funktion der — (Leon Asher). S. 653.
- Mistel, Der Kampf zwischen — und Birnbaum (Bespr.). S. 236.
- Misteldrosseln (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 662.
- Mitochondrienforschung, Neue Ergebnisse der — bei niederen Tieren. S. 742.
- Mohn, Die Kultur des —. S. 356.
- Molekularwärmen, Die Ergebnisse der neueren Forschung über Atom- und — (Erwin Schrödinger) S. 537, 561.
- Monokel, Die Entwicklung des — (M. v. Rohr) S. 5.
- Moorschutzheft, Beiträge zur Naturdenkmalpflege (Bespr.). S. 44.
- Museum, botanisches, Führer durch das Schau-museum des Königl. — in Berlin-Dahlem (Bespr.). S. 318.
- Königliches Botanisches, Die Geschichte des — zu Berlin-Dahlem (1815–1913) nebst Aufzählung seiner Sammlungen. S. 405.
- Nachtigal**, Ein Vermächtnis von Barth und — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 498.
- Nachtkerzensamen, Keimungsversuche mit — (Hugo de Vries). S. 725.
- Nährhefe, Über den Einfluß der Hefe, speziell — auf die Harnsäureausscheidung. S. 126.
- als Nahrungsmittel. S. 111.
- Die Bedeutung der — als Nahrungsmittel. S. 126.
- Resorbierbarkeit der —. S. 242.
- Nährstoffverluste bei der üblichen Zubereitung der Kohlrüben. S. 444.
- Nahrungsmittel, Ersatzmittel für —, Surrogate und ähnliche Erzeugnisse. S. 368.
- Nährhefe als —. S. 111.
- Die Bedeutung der Nährhefe als —. S. 126.
- Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle im Kriege (H. Kutenkeuler). S. 469.
- Napfschnecken, Über die Biologie der — in der Zeitenwelle und der Brandungszone der Karstküste. S. 639.
- Naturdenkmalpflege, Beiträge zur — (Bespr.) S. 44.
- VIII. Jahreskonferenz für — in Berlin (O. Herr). S. 33.
- Naturforscherreisen zu den Felseneilanden Dalmatiens (Bespr.). S. 319.
- Naturforschung, technische (E. Zschimmer). S. 629.
- Naturwissenschaft und Ethik (Bespr.). S. 59.
- und Geschichte (M. Kronenberg). S. 761.
- Naturwissenschaften, Englische Bestrebungen zur Förderung der —. S. 339.
- N-Brot, ein Kraftbrot. S. 243.
- Negative, Vergrößerung von — ohne Benutzung von Objektiven. S. 92.
- Neisser, Albert (Bespr.). S. 462.
- Nematoden der deutschen Tiefsee-Expedition S. 742.
- Nestbau, Der — der Tausendfüßer. S. 400.
- Niederschlag, Abfluß und Wasseraufnahme des Bodens (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 424.
- Niere, Innervation der — (Leon Asher). S. 465.
- Nitratmengen, Im Harne anwesende —. S. 160.
- Nordamerika, Die Auftrieberscheinungen an der Westküste —. S. 713.
- Nordarabien auf Grund eigener Forschungen (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 709.
- Nord- und Mitteldeutschland, Exkursionsflora für — (Bespr.). S. 698.
- Nordpol, magnetischer, Bewegung des —. S. 404.
- Nord-Uganda, Forschungsreisen in —. S. 627.
- N-Sirup. S. 243.

- Oberengadin**, Das Auftreten des grauen Lärchenwicklers im —. S. 440.
- Oedem**, menschliches, Zur Pathologie und Therapie des — (Bespr.). S. 698.
- Ölgewinnung** aus Steinobstkernen. S. 263.
- Oenothera Lamarckiana**, Befruchtung und Embryobildung bei — und einigen verwandten Arten. S. 352.
- Olszewski, Karl** —, ein Gelehrtenleben (M. v. Smoluchowski †). S. 738.
- Organismen**, sapropelische, Zur Physiologie und Biologie der —. S. 401.
- Das Werden der — (Bespr.). S. 9.
- Organismus**, lebender, Die Pflanze als — (Bespr.). S. 568.
- Orientierung**, Die — der Blätter zum Licht bei Pflanzen mit gekreuzter Blattstellung (Hermann Sierp). S. 129.
- Ornithologie**, englische, Bibliographie der —. S. 94.
- Ornithologische Gesellschaft**, Deutsche —: Beziehungen von Alter, Geschlecht und Jahreszeit auf den Federwechsel der Vögel. S. 319.
- Vogelfauna des Bodenseebeckens. S. 320.
- Afrika als Winterherberge unserer Zugvögel. S. 321.
- Bälge neuer geographischer Formen aus Afrika. S. 349.
- Biologie und Technik bei der Aufzucht junger Vögel. S. 349.
- Die Kläranlagenfauna und ihre Bedeutung, mit besonderer Berücksichtigung der Vogelwelt. S. 425.
- Misteldrosseln. S. 662.
- Reflektorische Bewegungsweisen der Vögel im Lichte der Stammesverwandtschaft. S. 746.
- Mitteilungen. S. 93, 385, 698.
- Ostafrika**, Die Pliozänfauna — (Th. Arldt). S. 380.
- Ozeanographie**, Grundzüge der maritimen Meteorologie und — (Bruno Schulz). S. 368.
- Ozon**, Das — (Bespr.). S. 29.
- Ozonverfahren**, Schwimmbadwasser und —. S. 662.
- Paläobotanik**, Über die Variation der Blattform von *Ginkgo biloba* L. und ihre Bedeutung für die —. S. 768.
- Paläogeographie**, Geologische Geschichte der Meere und Festländer (Bespr.). S. 708.
- Paläogeographische Erdkarten** (Bespr.). S. 109.
- Pantoffelkoralle**, Mitteldevonische. Neues über die Bedeutung der —. S. 587.
- Papilionaceen**, Beobachtungen über den Insektenbesuch bei einigen —. S. 228.
- Pappelschwärmer**, Auffallende Färbung von Raupen des —. S. 578.
- Parallelogrammgesetz**, Kritik an der üblichen elementaren Anwendung des — auf die Bewegungsvorgänge am Segel (Viktor Kutter). S. 506.
- Parasiten**, Über die Fortpflanzungsverhältnisse tropischer — und Saprophyten (Ed. Schmid). S. 605, 634.
- Pathologisches**, Die Verwertung des Abnormen und — in der Pflanzenkultur. S. 79.
- Peptidsynthese**, Zum Problem der natürlichen —. S. 712.
- Perihelbewegung** des Merkur. S. 711.
- Periodische Erscheinungen** beim Blühen tropischer Gewächse (F. A. C. Went). S. 72.
- Peru**, Reise im Hochgebirge von — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 140.
- Pferdestudien** an der Ostfront. S. 723.
- Pflanzen**, geokarpe. Beiträge zur Biologie einiger —. S. 351.
- Pflanzengallen**, Die fremddienliche Zweckmäßigkeit der — und die Hypothese eines überindividuellen Seelischen (Bespr.). S. 567.
- Pflanzenkost**, Über — in Krieg und Frieden (Bespr.). S. 29.
- Pflanzenparasiten**, Schlupfwespen als —. S. 286.
- Pflanzenphysiologie** als Theorie der Gärtnerei (Bespr.). S. 603.
- Pflanzenreich**, Das — (Bespr.). S. 10.
- Geschichte des Tier- und — (Bespr.). S. 319.
- Pflanzenwelt**, Die — (Bespr.). S. 238.
- Pflanzenzellen**, lebende, Die Messung der Plasmaviskosität — (Friedl Weber). S. 56.
- Philosophie**, Empirie und — (V. Weizsäcker). S. 669.
- Philosophische Begriffs- und Wortbildung** (M. Kronenberg). S. 525.
- Philosophisches Wörterbuch** (Bespr.). S. 61.
- Photochemie**, Über die Anwendung der Quantenhypothese auf die — (E. Warburg). S. 489.
- Photographische Untersuchung** der Intensitätsverteilung in Sternspektren. S. 208.
- Phycomyces nitens** Kunze, Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und Erbllichkeit bei S. 426, 427.
- Physik**, Die — (Bespr.). S. 657.
- Lehrbuch der — (Bespr.). S. 88.
- Lehrbuch der — und der Meteorologie (Bespr.). S. 280.
- Physikalische Mitteilungen**. S. 11, 89, 142, 191, 205, 321, 353, 402.
- Physikalisch-Technische Reichsanstalt**, Die Tätigkeit der — im Jahre 1916 (Karl Scheel). S. 681, 704.
- Physiologie**, Praktische Übungen in der — (Bespr.). S. 317.
- Physiologische Chemie**, Innere Komplexsalze in ihrer Beziehung zur — (Oskar Baudisch). S. 289.
- Pikrinsäure** als Vortäuschungsmittel der Gelbsucht. S. 143.
- Pilze**, Über Spezialisierung und spezialisierte Formen im Bereich der — (H. Klebahn). S. 543.
- Pilzkenntnis**, Mittel und Wege zur —. S. 387.
- Pilzvergiftungen** im Jahre 1915. S. 590.
- Plasmaviskosität**, Die Messung der — lebender Pflanzenzellen (Friedl Weber). S. 56.
- Platin**, Säurebeständige Legierung als Ersatz für —. S. 11.
- Pliozänfauna**, Die — Ostafrikas (Th. Arldt). S. 380.
- Polen**, Der Kulturzustand — in seiner Bedeutung für die Tierwelt (F. Pax). S. 581.
- Landeskundliche Forschungen in — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 756.
- Polyederkrankheiten** der Raupen. S. 307.
- Polymorphie**, Kreuzung oder Mutation die mutmaßliche Ursache der —. S. 78.
- Porzellan**, Der wahre Erfinder des —. S. 613.
- Pripet- oder Rokitnosümpfe**, ihre Natur und ihr Kulturzustand (B. Brandt). S. 677.
- Proteinogene Amine**, Über — (J. Abelin). S. 186.
- Protozoen**, Die pathogenen — und die durch sie verursachten Krankheiten, zugleich eine Einführung in die allgemeine Protozoenkunde (Bespr.). S. 696.

- Psychiatrie, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 302.
 — Die neuere psychologische Richtung in der — und ihre Bedeutung für andere Disziplinen. S. 744.
 Psychologie, Einführung in die — (Bespr.). S. 224.
 — experimentelle, Probleme der — (K. Koffka). S. 1, 23.
 — Hermann Lotze und seine — (Erich Becher). S. 325.
 Puppenhaut, Farbe der —. S. 286.
 Pyridinverbindungen, Gibt es lebenswichtige —? S. 759.
Quantenhypothese, Über die Anwendung der — auf die Photochemie (E. Warburg). S. 489.
 Quartär, Über das — und Tertiär bei Fürstenwalde an der Spree. S. 766.
 Quecksilberdampf, Die Resonanzstrahlung des —. S. 92.
 Quecksilberkügelchen, kleine. S. 12.
 Quellung, Die Gesetze der — (Bespr.). S. 334.
Radioaktive Erscheinungen, Über absolute Zeitmessung in der Geologie auf Grund der — (Robert W. Lawson). S. 429, 452, 610. — Zuschr. S. 709.
 Radiologie, Handbuch der — (Bespr.). S. 673.
 Rädertiere. S. 128.
 Rasputiza, Die — (B. Brandt). S. 347.
 Raubinsekten, Zur Frage der extraintestinalen Verdauung bei einigen —. S. 356.
 Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik. Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie (Moritz Schlick). S. 161, 177.
 Raummessung, Stereoskopische — an Röntgenaufnahmen (Bespr.). S. 732.
 Raupen, Auffallende Färbung von — des Pappelschwärmers. S. 578.
 — Polyederkrankheiten der —. S. 307.
 Reagentien, spezifische, der analytischen Chemie (J. Koppel). S. 730.
 Rechnen, graphisches, Leitfaden zum — (Bespr.). S. 648.
 Reflektorische Bewegungsweisen der Vögel im Lichte der Stammesverwandtschaft (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 746.
 Reichsanstalt, Physikalisch-Technische, Die Tätigkeit der — im Jahre 1916 (Karl Scheel). S. 681, 704.
 Relativitätsprinzip, Bestätigung des —. S. 388.
 Rentier, Über das „Knacken“ bei einigen Paarhufern, besonders beim —. S. 552.
 Reptilien, Kasuistische Beiträge zur Pathologie der —. S. 724.
 Resonanzstrahlung des Quecksilberdampfes. S. 92.
 Rheinproblem, Das —. S. 591.
 Rhinanthen, schmarotzende, Zur Physiologie der —, besonders der halbparasitischen (E. Heinricher). S. 113.
 Rieselfelder, Die Berliner —. S. 127.
 Ritomsee, Über die Fische des —. S. 743.
 Röntgenaufnahmen, Stereoskopische Raummessung an — (Bespr.). S. 730.
 Röntgenlicht, Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im —. S. 47.
 Röntgenspektroskopische Methoden ohne Spalt. S. 664.
 Röntgenstrahlen, Emissions- und Absorptionsspektren der — (Manne Siegbahn). S. 513, 529.
 — sehr harte, Eine Methode zur Erzeugung —. S. 47.
 — Eine neue Methode zur Intensitäts- und Härtebestimmung von —. S. 45.
 — Quantitative Vergleichung der Wirkung von — und Lichtstrahlen auf Bromsilbergelatine. S. 45.
 Röntgenstrahlenmeßtechnik, Ziele und Probleme der —. S. 48.
 Röntgenstrahlentechnik, Mitteilungen aus der —. S. 611.
 Röntgentechnik, Mitteilungen aus der —. S. 45, 611.
 Röntgentransformator, Beobachtungen am —. S. 47.
 Rokitnosümpfe, Die Pripet- oder —, ihre Natur und ihr Kulturzustand (B. Brandt). S. 677.
 Rovigno, Schildkröten im Gebiete von —. S. 551.
 Ruhe- und Tätigkeitsperioden, Über die Verteilung der — der Tiere. S. 173.
 Rumphiusphänomen, Das — und die primäre Bedeutung der Blattgelenke. S. 651.
Säugling, Über die Wirkung äußerer Reize auf das Blutbild des — (Rudolf Heß und Richard Seyderhelm). S. 519.
 Säuglingsnahrung, Die Verwendung von Kartoffelwalmehl als Zusatz zur —. S. 243.
 Säurebeständige Legierung als Ersatz für Platin. S. 11.
 Sahara, Durchquerung der —. S. 698.
 Salpeterersatz für Glasschmelzen. S. 323.
 Salze, lösliche, Grundlegende Beziehungen zwischen gewissen — und Bodenkolloiden (Bespr.). S. 317.
 Sambunigrin, Synthese des Mandelnitrilglucosids, — und ähnlicher Stoffe. S. 591.
 Sandkäfer, Zur Biologie der —. S. 440.
 Sapropelische Organismen, Zur Physiologie und Biologie der —. S. 401.
 Saprophyten, Über die Fortpflanzungsverhältnisse tropischer Parasiten und — (Ed. Schmid). S. 605, 634.
 Sauerstoff, Studien über die Absorption von — in alkalischen Lösungen. S. 264.
 — der Sonne. S. 112.
 Saurier, Ein neuer — aus dem Buntsandstein von Bernburg. S. 767.
 Sauropsiden, Ontogenetische Gestaltsveränderungen des Meckelschen Knorpels der —. S. 768.
 Schall, Über die Ausbreitung des — in der Atmosphäre (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 424.
 — Der gegenwärtige Stand unsrer Kenntnis vom Schutz gegen — und Erschütterungen (K. Hencky). S. 97.
 Schallerscheinungen. S. 354.
 Schielende, Krolls Stereoskopbilder zum Gebrauche für — (Bespr.). S. 28.
 Schildkäfer, Die Lebensweise der —. S. 440.
 Schildkröten im Gebiete von Rovigno. S. 551.
 Schimpansin, Die Rechenkunst der — Basso im Frankfurter Zoologischen Garten nebst Bemerkungen zur Tierpsychologie und einem offenen Brief an Herrn Krall (Bespr.). S. 225.
 Schlafbewegungen, Die Beziehungen der — von Laub- und Blumenblättern zu autonomen Lebenserscheinungen (Rose Stoppel). S. 167.
 Schlaflosigkeit, Prinzipien der Behandlung der — (Adalbert Gregor). S. 274.

- Schlupfwespen als Pflanzenparasiten. S. 286.
- Schmierlaus, sternförmige, Beiträge zur Biologie der —. S. 686.
- Schnecken, Zur Frage der Bestäubung von Blüten durch —. S. 428.
- Lungen-, Zur Biologie der — (Bespr.). S. 334.
- Über biologische Beziehungen zwischen Zweiflüglern (Dipteren) und —. S. 400.
- Schneedecke, Die — in Norddeutschland nach G. Lachmann (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 204.
- Schwanengesang der Vögel. S. 386.
- Schwefelkieslager, Über die Ursache der Bildung von — (W. Rodt). S. 102.
- Schweiz, Geologie der — (Bespr.). S. 107.
- Schweizerische Naturforschende Gesellschaft (Eduard Rudin). S. 740.
- Schwerkraft, Die — auf dem Mittelländischen Meer und die Hypothese von Pratt. S. 676.
- Schwimmbadwasser und Ozonverfahren. S. 662.
- Scientia militans. S. 442.
- Segel, Kritik an der üblichen elementaren Anwendung des Parallelogrammgesetzes auf die Bewegungsvorgänge am — (Viktor Kutter). S. 506.
- Sehen, beidäugiges, Zur Kenntnis älterer Ansichten über das — (Bespr.). S. 42.
- Seife, Kriegs-. S. 675.
- Seifenlamellen, Vergleich optisch und elektrisch gemessener Dicke von —. S. 403.
- Serologie, Die — als Hilfsmittel zur Erkennung von Mikroorganismen (Rudolf Lieske). S. 133.
- Seuchen, Die — im gegenwärtigen Kriege (Klinger). S. 249.
- Sexualität, Untersuchungen über Variabilität, — und Erblichkeit bei *Phycomyces nitens* Kunze. S. 426, 427.
- Siam, Die Kenntnis der Vogelfauna —. S. 93.
- Sibirien, West-, Reisen in — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 282.
- Siebröhre, Bau und Funktion der — der Angiospermen (Bespr.). S. 720.
- Siliziumdetektor, Die Gleichrichterwirkung des —. S. 354.
- Singzikaden, Zur Naturgeschichte der — im Roten Istrien. S. 173.
- Sirup, N-. S. 243.
- Skorpionsfliege, Von der Lebensweise der —. S. 377.
- Smoluchowski, Marian v. (A. Einstein). S. 737.
- Sonne, Unmittelbare Beziehung zwischen der Kathodenstrahlung der — und der Ausdehnung des die Sonne umgebenden kreisförmigen Scheines. S. 402.
- Sauerstoff der —. S. 112.
- Sonnenfinsternis, Die — vom 23. Januar d. J. S. 128.
- Die Einsteinsche Gravitationstheorie und die — im Mai 1919 (O. Birck). S. 689.
- Sonnentemperatur, Berechnung der —. S. 91.
- Spektrallinien, Gruppeneinteilung der — des Eisens. S. 354.
- Spektroskopischer Doppelstern β Lyrae. S. 337.
- Spinnen, Über trommelnde —. S. 402.
- Städte, Zum Einfluß großer — auf das Klima (Wilhelm Schmidt). S. 494.
- Stammesgeschichte, Die individuelle Entwicklung organischer Formen als Urkunde ihrer — (Bespr.). S. 459.
- Zur — der Halbaffen und Menschenaffen (Th Arldt). S. 39.
- Stammesverwandschaft, Reflektorische Bewegungsweisen der Vögel im Lichte der — (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 746.
- Steinkohle, Hydrierung der —. S. 512.
- Oxydation der —. S. 322.
- Steinobstkerne, Ölgewinnung aus —. S. 263.
- Stereoskopbilder, Krolls — zum Gebrauche für Schielende (Bespr.). S. 28.
- Stereoskopische Raummessung an Röntgenaufnahmen (Bespr.). S. 732.
- Sterilisation, Über die — des Wassers nach dem Chlorgasverfahren. S. 263.
- Sternspektren, Photographische Untersuchung der Intensitätsverteilung in —. S. 208.
- Stickstoffverbrennung, Über ein neues Verfahren zur —. S. 722.
- Stiefmütterchen, tiefblaues, Die Blütenfarbstoffe des —. S. 228.
- Stoffwechselanalyse, Methodik der — (Bespr.). S. 89.
- Strahlen hinter einer Kathode. S. 91.
- α -Strahlen, Die durch — erzeugte Sekundärstrahlung. S. 535.
- Strahlstoffe, Ein neuer Versuch, die Umwandlungsgeschwindigkeit der — zu beeinflussen. S. 192.
- Strahlung, durchdringende, Messungen der —. S. 403.
- Strahlungsdruck, Der — als kosmisches Prinzip, Kosmologie und Kosmogonie (Bespr.). S. 317.
- Strömungsgeschwindigkeit, Direkte optische Messung der —. S. 321.
- Superphosphate, Über die Einwirkung von gasförmigem Ammoniak auf — und die Verwendung der gewonnenen Ammoniakphosphate S. 500.
- Surrogate, Ersatzmittel für Nahrungsmittel, — und ähnliche Erzeugnisse. S. 368.
- Symmetrieinduktorium. Das —. S. 640.
- Tausendfüßer, Der Nestbau der —. S. 400.
- Technik, Beiträge zur Geschichte der — und Industrie (Bespr.). S. 522.
- Technische Mitteilungen. S. 11, 191, 205, 321, 353 — Naturforschung (E. Zschimmer). S. 629.
- Technischer Literatur-Kalender. S. 592.
- Teer, Tieftemperatur-. S. 511.
- Tektonische Geschichte Mexikos. S. 711.
- Telegraphie, drahtlose, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 367.
- Telegraphie, drahtlose, Aus dem Gebiet der — und Telephonie. S. 142.
- Teleostier, Über die Herkunft der Knochenfische. —. S. 351.
- Telephonie, Aus dem Gebiet der drahtlosen Telegraphie und —. S. 142.
- Tertiär, Über das Quartär und — bei Fürstenwalde an der Spree. S. 766.
- Thermionenströme. S. 91.
- Thermische Diffusion. S. 355.
- Thermoelektrischer Effekt. S. 353.
- Tieftemperaturteer. S. 511.
- Tier- und Pflanzenreich, Geschichte des — (Bespr.). S. 319.

- Tiergeographische Forschungen in Amerika. S. 157.
 Tierleben (Bespr.). S. 281.
 — Biographien und Tierzeichnungen aus dem — der Alpenwelt (Bespr.). S. 603.
 Tiernamen, mittelalterliche, Zur Deutung —. S. 462.
 Tierphysiologie, Elemente der — (Bespr.). S. 460.
 Tierpsychologie, Die Rechenkunst der Schimpansin Basso im Frankfurter Zoologischen Garten nebst Bemerkungen über — und einem offenen Brief an Herrn Krall (Bespr.). S. 225.
 Tierwelt, Der Kulturzustand Polens in seiner Bedeutung für die — (F. Pax). S. 581.
 Titanoxyd. S. 91.
 Tod, Lebensdauer, Altern und — (Bespr.). S. 461.
 Traumanastie (Verwundung), Über Blattstielkrümmungen infolge von —. S. 652.
 Traumatotropismus, Beiträge zur Kenntnis des —. S. 650.
 Treiben, Über das — von Wurzeln. S. 676.
 Trinkwasser, Über die Geschmacksgrenze für die Beimischung von Salzen zu —. S. 263.
 Trockenprodukte, Die — der Kartoffel. S. 125.
 Trommelnde Spinnen. S. 402.
 Tropische Baumarten, Wachstum und Ruhe —. S. 534.
 — Gewächse, Periodische Erscheinungen beim Blühen — (F. A. C. Went). S. 72.
 Türkischer Völkerkreis, Der — in Kultur und Geschichte. S. 156.
Umwandlungsgeschwindigkeit, Ein neuer Versuch, die — der Strahlstoffe zu beeinflussen. S. 192.
 Unterernährung, Ursachen und Symptome der — bei den Pflanzen (Ernst Küster). S. 665.
Vakuum, Gasspektren im hohen —. S. 355.
 Vakuumteer, Kohlenextraktion und —. S. 404.
 Valenzlehre, Die neueren Forschungen der — (Hugo Kauffmann). S. 17.
 Variabilität, Untersuchungen über —, Sexualität und Erblichkeit bei *Phycomyces nitens* Kunze. S. 426, 427.
 Verdauung, extraintestinale, Zur Frage der — bei einigen Raubinsekten. S. 356.
 Vereinigte Staaten, Die wirtschaftlich-politische Wandlung der — von Amerika (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 438.
 Vererbungslehre, Die — bei Aristoteles und Hippokrates (W. Johannsen). S. 389.
 Vergiftung, Über einen Fall von — durch Gase der Ammoniakfabrik. S. 500.
 Victoria-Njansa, Das Sinken des Wasserpiegels im —. S. 509.
 Vitaminfrage, Ernährungsphysiologische Untersuchungen zur —. S. 759, 760.
 Vöchtig, Hermann von —. Zu seinem 70. Geburtstag (C. Correns). S. 81.
 Vogelfauna des Bodenseebeckens (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 320.
 — Die Kenntnis der — Siam. S. 93.
 Vogelschutzstätte an der Ostseeküste. S. 385.
 Vogelzug, Die Höhe des — (F. von Lucanus). S. 477.
 — Neues über den —. S. 742.
 Vogt, Karl, zu seinem 100. Geburtstag (Walther May). S. 449.
 Volkszählung, Ergebnisse der — in Dänemark 1916. S. 627.
 Vorgeschichtlicher Mensch, Die Eiszeit und der — (Bespr.). S. 708.
 Vulkanausbrüche, Katalog der geschichtlichen — (Bespr.). S. 239.
 Vulkaninstitut Imanuel Friedländer, Aus dem —. S. 712.
Waals, Johannes Diederich van der — zu seinem 80. Geburtstage. S. 701.
 Wachstum, embryonales, Über — und seine Tagesperiode (G. Karsten). S. 104.
 Wärmeleitvermögen, Das — einiger Metalle bei tiefen Temperaturen. S. 500.
 Wald, Nutzung des deutschen — im Kriege. S. 241.
 Wallis, Die Kohlenvorkommen des — und ihre Bedeutung für die Schweiz. S. 637.
 Wasser, Über die Sterilisation des — nach dem Chlorgasverfahren. S. 263.
 Wasserhosen, Wind- und — in Europa (Bespr.). S. 626.
 Wasserkräfte, Die nutzbaren — Deutschlands. S. 628.
 Wassermannsche Reaktion, Die — in ihrer serologischen Technik und klinischen Bedeutung (auf Grund von Untersuchungen und Erfahrungen in der Chirurgie) (Bespr.). S. 461.
 Wasseroberfläche, Die Anomalie der — (Agnes Pockels). S. 137, 149. — Zuschr. S. 496.
 Wasserspalten, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über —. S. 652.
 Wechselwarme Tiere. S. 128.
 Weilsche Krankheit als Kriegsseuche (Heinrich Rosenhaupt). S. 435.
 Wein, Farbstoff des —. S. 264.
 Weinbergschädlinge mit Hilfe biologischer Faktoren zu bekämpfen. S. 370.
 Wellensittiche, sprechende. S. 699.
 Wespen, Schlupf-, als Pflanzenparasiten. S. 286.
 West-Afrika, Der Kulturwert von Wald, Savannen und Steppen im tropischen — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 523.
 West- und osteuropäische Kultur, Die Grenze zwischen —. S. 509.
 Wetter, Einige Beziehungen zwischen der Luftdruckverteilung bei Island und dem — in Deutschland (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 62.
 Wind, Die Struktur des — (R. Seeliger). S. 749.
 Wind- und Höhenmessung, Neue Instrumente zur — (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 424.
 Wind- und Wasserhosen in Europa (Bespr.). S. 626.
 Windänderungen mit der Höhe und Turbulenz (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 204.
 Windmeß-Versuchsfeld, Einige Ergebnisse des — bei Nauen (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 283.
 Winterschlaf der Vögel. S. 699.
 Witterungsverhältnisse längerer Zeiträume in Europa. S. 207.
 Wolle, Über den Nachweis von Schädigungen der —. S. 160.
 Wurzelhaube, Über den anatomischen Bau der — einiger Glumifloren und seine Beziehungen zur Beschaffenheit des Bodens. S. 426.

- Wurzeln, Über das Treiben von —. S. 676.
Zacharias, Otto. S. 723.
Zahnsystem, Die Entwicklung des — der Säugetiere und des Menschen (Bespr.). S. 304.
Zeit, Raum und — in der gegenwärtigen Physik. Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie (Moritz Schlick). S. 161, 177.
Zeitmessung, Über absolute — in der Geologie auf Grund der radioaktiven Erscheinungen (Robert W. Lawson). S. 429, 452, 610. — Zuschr. S. 709.
Zeitmessungen, Über geologische — (Zuschr.). S. 305.
Zodiakallicht, Das —. S. 745.
Zoologie, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 600.
Zoologische Mitteilungen. S. 172, 400, 550, 723.
Zoologische Station, Aus der — Rovigno (Adria): Die Karstlachen (Laghi, Lokven) im Roten Istrien und die Malariagefahr. S. 76.
— Drei Worte über Aufgaben und Arbeitsmethoden wissenschaftlicher Anstalten zur Erforschung der Meere. S. 284.
Zucker, Über teilweise acylierte —. S. 720.
Zuckerflagellaten. S. 499.
Zuckerquelle, Der Blutungssaft der Bäume und seine Ausnutzung als — (F. W. Neger). S. 119.
Zugvögel, Afrika als Winterherberge unserer — (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 321.
Zuntz, Nathan, zu seinem 70. Geburtstage (W. Caspari). S. 617.
Zweiflügler, Über biologische Beziehungen zwischen — (Dipteren) und Schnecken. S. 400.
-

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen zum Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblener Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 34.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 25 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-55. Telegrammadresse: Springerbuch.

Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik

Zur Einführung in das Verständnis der
allgemeinen Relativitätstheorie

Von

Prof. Dr. Moritz Schlick

Preis M. 2.40

Die grossen Handbücher



von Abderhalden, Abegg, Bredig, Dammer, Doelter, Gmelin-Krauth, Hertwig, Kolle, Wassermann, Lueger, Lunge, Muspratt, Richter, Rubner, Ullmann, Winkelmann u. A. werden zur Erleichterung der Anschaffung gegen bequeme Monats- oder Quartalsraten ohne Preisaufschlag franko geliefert von

Hermann Meusser, Buchhandlung
Berlin W 57/9, Potsdamerstr. 75

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Lehrbuch der Geschichtsphilosophie

Von **Dr. Georg Mehlis**

Professor an der Universität Freiburg i. Br.

Preis M. 20.—; gebunden M. 23.—

Inhaltsübersicht:

Vorbemerkungen.

I. Probleme der Geschichtsphilosophie oder Theorie der Geschichte und Universalgeschichte.

Geschichtsphilosophische Grundfragen.

Allgemeiner Charakter der Geschichtsphilosophie und ihrer Probleme.

Der Begriff der Philosophie.

Der Begriff der Geschichte.

Geschichtsphilosophische Einzelprobleme.

Probleme der Geschichtslogik.

Probleme der historischen Wertlehre.

Die Probleme der Universalgeschichte.

II. Geschichte der Geschichtsphilosophie.

Einleitung.

Das Werden des geschichtsphilosophischen Gedankens in dem griechischen Kulturkreise.

Die Entfaltung des geschichtsphilosophischen Gedankens in der christlichen Philosophie.

Die Vollendung der Geschichtsphilosophie im deutschen Idealismus.

III. Das System der Geschichtsphilosophie oder inhaltliche Konstruktion der Universalgeschichte.

Der Sinn des historischen Geschehens.

Allgemeine Konstruktion des universalhistorischen Prozesses.

Die religiöse Entwicklung.

Die ästhetische Entwicklung.

Die philosophische Entwicklung.

Die sittlich-staatliche Entwicklung.

Gebundene Bücher z. Zt. mit Zuschlag von 10% für Einbandmehrkosten

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen unserer Ernährung

unter besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit

von

Emil Abderhalden,

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität zu Halle a. S.

Mit 2 Textfiguren. — Preis M. 2.80.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort. — Einleitung.

Unsere Nahrungstoffe: I. Die organischen Nahrungsstoffe. II. Die anorganischen Nahrungsstoffe.

Die Herkunft unserer Nahrungsstoffe.

Das Verhalten unserer Nahrungsstoffe in unserem Verdauungskanal.

Sind wir nach dem Bau unseres gesamten Nahrungskanals für reine Pflanzennahrung oder für Fleischnahrung oder für ein Gemisch beider bestimmt?

Einfluß des Appetits der Nahrungsaufnahme auf die Abgabe der Verdauungssäfte.

Der Zellstoffwechsel.

Die Mengen der zur Ernährung notwendigen Nahrungsstoffe.

Die wichtigsten Methoden zur quantitativen Verfolgung des Stoffwechsels.

Die Frage des Eiweißbedarfes.

Die Ausnutzung der verschiedenen Nahrungsmittel am Darmkanal.

Die unter verschiedenen Bedingungen zur Vollführung der Leistungen des Organismus notwendigen Energiemengen.

Die Frage der Ersetzbarkeit eines Nahrungsstoffes durch einen anderen.

Bedarf es der besonderen Zufuhr von Mineralstoffen (Salzen) und anderen Nahrungsstoffen?

Besteht die Möglichkeit der Entstehung von Störungen durch die einseitige Aufnahme bestimmter Nahrungsmittel?

Der Stoffwechsel des wachsenden Organismus.

Ist die jetzige Art unserer Ernährung ausreichend?

Vor kurzem erschien:

System der Ernährung

von

Dr. Clemens Freiherr von Pirquet,

o. ö. Professor für Kinderheilkunde und Vorstand der Universitäts-Kinderklinik in Wien

Erster Teil

Mit 3 Tafeln und 17 Abbildungen. — Preis M. 8.—

Inhaltsverzeichnis:

Allgemeine Übersicht.

Die Milch als Nahrungseinheit.

Nahrungsbrennstoffe.

Nahrungsbaustoffe.

Sitzhöhe und Körpergewicht.

Sitzhöhe und Darmfläche.

Körpergewicht und Darmfläche.

Ernährung nach der Darmfläche.

Tafel zur Ernährung des Menschen.

Tafeln für den Einkauf von Nahrungsbrennstoff und Nahrungsweiß.

Literaturverzeichnis.

Sachverzeichnis.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung





